



Tugas Desain Pabrik Kimia – TK184803

**PABRIK KIMIA GARAM INDUSTRI DARI AIR
LAUT DENGAN TEKNOLOGI MEMBRAN
*REVERSE OSMOSIS***

Oleh :

Christiyani Sirait

NRP. 02211746000009

Christopher P.E Purba

NRP. 02211540000134

Dosen Pembimbing 1:

Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

NIP. 197609182003122002

Dosen Pembimbing 2:

Donny Satria Bhuana, S.T., M.Eng.

NIP. 198103032006041002

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



Plant Design Project – TK184803

**PLANT DESIGN INDUSTRIAL SALT FROM SEA
WATER WITH REVERSE OSMOSIS MEMBRAN
TECHNOLOGY**

Proposed by :

Christiyani Sirait

NRP. 0221174600009

Christopher P.E Purba

NRP. 02211540000134

Advisor 1:

Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T.

NIP. 197609182003122002

Advisor 2:

Donny Satria Bhuna, S.T., M.Eng.

NIP. 198103032006041002

**DEPARTEMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

“Tugas Desain Pabrik Kimia Garam Industri dari Air Laut dengan Teknologi Membran Reverse Osmosis”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Christiyani Sirait

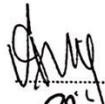
0221174600009

Christopher E.P. Purba

02211540000134

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik :

1. Dr. Lailatul Qadriyah, S.T., M.T.



(Pembimbing I)

2. Donny Satria Bhuana, S.T., M.Eng.



(Pembimbing II)

3. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MSc.



(Penguji I)

4. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.



(Penguji II)

5. Ni Made Intan Putri Suari, S.T., M.T.



(Penguji III)



Surabaya, 29 Juli 2019

RINGKASAN

Garam merupakan salah satu senyawa anorganik yang berbentuk kristal berwarna bening seperti kaca, larut dalam air dan bersifat higroskopis serta dapat berbentuk kubus ataupun kristal. Mempunyai rumus molekul NaCl (*Natrium Chlorida*) dan berat molekul 58,45 gr/mol. Garam umumnya digunakan sebagai bahan pangan dan bahan baku bagi industri dalam negeri. Produksi garam Indonesia secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu garam yang berasal atau diproduksi oleh PT. Garam (Persero), garam yang berasal dari rakyat yang disebut dengan garam rakyat dan garam impor. Pada saat ini, kegunaan garam semakin luas seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Terutama dalam penggunaan Garam Industri yang digunakan untuk menyokong perindustrian di Indonesia. Produksi garam nasional hingga saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan garam dalam negeri dari segi konsumsi saja, sementara untuk kebutuhan garam industri dipenuhi dari impor. Untuk itu diperlukan upaya untung memnuhi kebutuhan garam industri salah satunya dengan pendirian pabrik garam industri.

Produksi garam nasional secara keseluruhan di Indonesia mencapai rata-rata 1.000.000 ton per/tahun. Untuk pemilihan garam industri sebagai bahan baku tentu sangat menguntungkan karena ketersediaan bahan baku air laut yang mudah didapat karena hampir di Indonesia memiliki wilayah laut yang sangat luas. Pendirian pabrik Garam Industri harus memperhatikan banyaknya produksi dan permintaan terhadap produk untuk menentukan kapasitas produksinya. Pabrik direncanakan mulai beroperasi tahun 2022. Dan ditetapkan kapasitas produksi pabrik Garam Industri sebesar 300.000 ton/ tahun.

Lokasi pendirian pabrik garam industri ini direncanakan di desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Dengan penentuan lokasi pendirian pabrik yang didasarkan pada beberapa alasan, yaitu dekat dengan bahan baku

(garam rakyat melimpah), ketersediaan sumber air (dekat dengan laut), ketersediaan power (PLN), sarana transportasi, kondisi cuaca dan iklim dan pemasaran dekat dengan pelabuhan (Pelabuhan Kupang).

Adapun proses pembuatan garam industri pada umumnya ada tiga macam, yaitu *Vacuum Pan Evaporator Process*, *Solar Evaporation*, *Rock Salt*, *Open Pan* dan *Membrane Technology*. Berdasarkan pertimbangan keuntungan dan kekurangan proses, maka ditetapkan proses yang digunakan adalah Teknologi *Membrane Reverse Osmosis*.

Proses pembuatan garam industri dari air laut dibagi menjadi 4 (empat) tahapan yaitu tahap pretreatment bahan baku, tahap pemurnian bahan baku, tahap penguapan dan pengkristalan dan tahap pengendalian produk.

Tahap pertama dalam proses pembuatan garam industri dari bahan baku air laut/*brine* ini yaitu pertama air laut/*brine* ditampung didalam bak penampung kemudian dipompa menuju ke tangki Flokulator yang bertujuan untuk membentuk flok-flok impuritis air laut kemudian dialirkan menuju *Clarifier* untuk mengendapkan flok-flok impuritas air laut. Air laut yang telah diendapkan didalam *Clarifier* kemudian dialirkan menuju *Sand Filter I* dan *Sand Filter II* untuk menahan partikulat/koloidal yang terbawa oleh air laut agar tidak mengganggu proses selanjutnya dan juga untuk menghilangkan impurities padatan-padatan berukuran kecil yang memiliki *settling time* yang panjang. Proses penyaringan impurities di *Sand Filter I* dan *Sand Filter II* ini berfungsi untuk mengurangi intensitas backwashing pada Membran *Reverse Osmosis* serta untuk menjaga Membran *Reverse Osmosis* agar tahan lama. Air laut yang telah melalui *Sand Filter I* kemudian akan dialirkan menuju *Sand Filter II* kemudian dialirkan menuju *Nanofiltrasi* untuk menghilangkan ion-ion yang menyebabkan kesadahan air dari umpan *brine*, seperti polutan mikro dan ion multivalent.

Tahap kedua yaitu tahap pemurnian bahan baku Air laut/*Brine* setelah melewati *Sand Filter II* kemudian akan dialirkan

menuju *Nanofiltrasi*. Pada *Nanofiltrasi* ini kandungan garam yang terdiri dari ion divalen seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan lain-lain sebagian besar akan tertahan sehingga hanya melewati garam dengan ion monovalen seperti Na^+ . Umpan kemudian dialirkan menuju *Membran Reverse Osmosis* untuk mengurangi kandungan airnya dengan kondisi operasi pada $T=30^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 30 atm. Pada *Membran Reverse Osmosis* permeat (hasil olahan) akan dibuang ke *waste water treatment* sedangkan produk konsentrasinya akan dialirkan menuju evaporator untuk proses selanjutnya.

Tahap ketiga yaitu penguapan dan pengkristalan dimana produk larutan Brine setelah melewati proses pemurnian kemudian lauran brine dari tangki penampungan selanjutnya dialirkan *single-effect evaporator*. Vapor dari yang dihasilkan oleh evaporator akan dialirkan menuju *Baromatic Condenser* untuk mencairkan vapor dan dialirkan menuju *Hot Well* sebagai kondensat dengan bantuan *Steam Jet Ejector*. Produk dari Evaporator yang berupa *slurry* akan dialirkan menuju *Centrifuge* yang berfungsi untuk memisahkan *mother liquor* dengan kristal NaCl yang telah terbentuk. Kristal garam yang terbentuk selanjutnya dialirkan menuju *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan kristal garam. Di *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan kristal garam serta adanya udara panas dari *Heater* dengan bantuan *Blower* sebagai sumber udara dimana proses pengeringan dengan menggunakan udara panas dilakukan secara *counter current* (berlawanan). Padatan yang terbawa oleh udara panas akan dialirkan menuju *Cyclone* untuk dilakukan pemisahan antara udara dengan padatan. Sehingga padatan yang terpisah oleh udara bersih akan diumpangkan secara bersamaan dengan produk bawah dari *Rotary Dryer* menuju ke *Belt Conveyor*. Sementara untuk udara bersih yang telah terpisah oleh padatan akan dikeluarkan dari *Cyclone* untuk kemudian menjadi gas buang dengan menggunakan *Fan*.

Tahap keempat yaitu tahap pengendalian produk. Produk dari *Rotary Dryer* dan Kristal garam yang telah terpisah dari udara selanjutnya akan dialirkan menuju *Crusher* dengan menggunakan *Bucket Elevator*. Kristal garam diumpangkan menuju *Crusher*

berfungsi untuk menghaluskan kristal garam hingga menjadi sangat kecil. Kristal garam yang telah dihancurkan tersebut kemudian akan disaring dengan menggunakan. Dimana ada dua jenis produk yang dihasilkan yaitu *Rough Salt Industrie* dan *Fine Salt Industrie*.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, untuk memenuhi kapasitas produksi garam industri sebanyak 300,000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku garam rakyat sebanyak 2,749,821.106 kg/jam atau 21,118,626.091 ton/tahun air laut yang dapat menghasilkan 300,000 ton garam industri/tahun. Proses produksi juga didukung oleh utilitas proses, antara lain kebutuhan air yang digunakan untuk sanitasi dan air proses, listrik sebagai sumber tenaga penggerak peralatan proses dan penerangan, serta bahan bakar untuk sumber energi boiler.

Pabrik garam industri dari air laut ini akan beroperasi selama 320 hari/tahun dengan kapasitas 300,000 ton/tahun. Dimana diperlukan total modal investasi (TCI) sebesar Rp 3,023,902,324,966.41 dan total biaya produksi sebesar Rp 455,534,371,415.85 dengan estimasi hasil penjualan per tahun Rp 2,100,000,000,000. Dengan estimasi umur pabrik 10 tahun dan waktu pengembalian pinjaman selama 10 tahun, dapat diketahui *internal rate of return* (IRR) sebesar 26.35 % dimana IRR lebih besar dari suku bunga bank sebesar 9.75%. Hasil *pay out time* (POT) 3.3 tahun dan *break even point* (BEP) sebesar 26.23 % dengan project life 10 tahun dan masa konstruksi 2 tahun yang akan didirikan mulai beroperasi pada tahun 2022. Dengan melihat penilaian-penilaian diatas serta beberapa parameter teknisnya, maka pabrik garam industri dari air laut dengan menggunakan teknologi membrane *reverse osmosis* layak didirikan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Desain Pabrik “Garam Industri dari Air Laut dengan Teknologi Membran Reverse Osmosis” yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Departemen Teknik Kimia FTI ITS Surabaya.

Keberhasilan penulisan Tugas Pra Desain Pabrik ini tidak lepas dari bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas pimpinan dan berkat-Nya yang begitu berlimpah sehingga laporan ini boleh selesai sesuai dengan kehendak-Nya
2. Orang tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
3. Ibu Dr. Lailatul Qadariah, S.T., M.T. dan. Bapak Donny Satria Bhuana, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Pra Desain Pabrik dan Kepala Laboratorium Proses Kimia Bapak Prof. Dr. Mahfud, DEA. atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
4. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T selaku Kepala Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTI ITS.
6. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Proses Kimia (Hasbil, Estu, Vicky, Rifa Arie, Sonya, Mas Kodim, Mas Hery dan lain-lain) yang telah memberikan segala dukungan, bantuan, dan kerja samanya.
7. Teman-teman seangkatan yang telah memberikan banyak dukungan dan bantuan.

8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Desain Pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, kami memohon maaf atas segala kekurangan yang terjadi selama proses penyusunan tugas ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi penulis dan pembaca khususnya.

Surabaya, 2 Juli 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN	
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB. I LATAR BELAKANG	I-1
BAB. II BASIS DESAIN DATA	II-1
II.1 Kapasitas.....	II-1
II.2 Lokasi Pabrik.....	II-5
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk	II-12
BAB.III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	III-1
III.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Garam (NaCl).....	III-1
III.2 Pemilihan Proses	III-8
III.3 Uraian Proses.....	III-11
BAB.IV NERACA MASSA DAN ENERGI	IV-1
IV.1 Neraca Massa	IV-1
IV.2 Neraca Energi.....	IV-24
BAB.V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	V-1
BAB.VI ANALISA EKONOMI	VI-1
VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia.....	VI-1
VI.2 Utilitas.....	VI-12
VI.3 Analisa Ekonomi.....	VI-15
BAB.VII KESIMPULAN.....	VII-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv
RIWAYAT HIDUP PENULIS	xivi

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Neraca Garam Nasional Tahun 2011-2014.....	I-4
Tabel I.2 Produksi Garam Rakyat pada Tahun 2011-2015	I-5
Tabel I.3 Produktivitas, Luas Lahan, dan Produk Garam Rakyat dari Kabupaten / kota Tahun 2014.....	I-6
Tabel II.1 SNI garam Konsumsi.....	II-2
Tabel II.2 SNI (Standar Nasional Indonesia dan SII (Standar Industri Indonesia) Garam Industri.....	II-2
Tabel II.3 Kualitas Garam Berdasarkan Kandungan NaCl	II-2
Tabel II.4 Data Konsumsi, Produksi Impor dan Ekspor Garam Tahun 2011-2016.....	II-3
Tabel II.5 Data Pertumbuhan Konsumsi, Produksi, Impor dan Ekspor Garam.....	II-3
Tabel II.6 Prediksi Konsumsi, Produksi, Impor, dan Ekspor Garam Pada Tahun 2022	II-4
Tabel II.7 Aliran Sungai di wilayah Kabupaten Kupang	II-9
Tabel II.8 Persentase Penduduk Usia 7-24 Tahun di Kab/Kota Tahun 2017 di Provinsi NTB Sekolah.....	II-10
Tabel II.9 Kandungan Air Laut	II-13
Tabel II.10 SNI (Standar Nasional Indonesia dan SII (Standar Industri Indonesia) Garam Industri.....	II-15
Tabel III.1 Perbandingan Proses Pembuatan Garam Industri..	III-8
Tabel IV.1 Neraca Massa Kolam Penampungan (F-111).....	IV-2
Tabel IV.2 Neraca Massa Tangki Flokulator (M-110).....	IV-4
Tabel IV.3 Neraca Massa Clarifier (H-120).....	IV-5
Tabel IV.4 Neraca Massa Pipa Sebelum Sand Filter I	IV-7
Tabel IV.5 Neraca Massa Sand Filter I (H-130).....	IV-9
Tabel IV.6 Neraca Massa Sand Filter II (H-140)	IV-10
Tabel IV.7 Neraca Massa Nanofiltrasi (H-210)	IV-12

Tabel IV.8 Neraca Massa Membran Reverse Osmosis.....	IV-14
Tabel IV.9 Neraca Massa Evaporator (V-310).....	IV-15
Tabel IV.10 Neraca Massa Centrifuge (H-320).....	IV-17
Tabel IV.11 Neraca Massa Rotary Dryer (B-330).....	IV-18
Tabel IV.12 Neraca Massa Cyclone (H-334).....	IV-20
Tabel IV.13 Neraca Massa Belt Conveyor (J-411).....	IV-21
Tabel IV.14 Neraca Massa Screener (J-420).....	IV-22
Tabel IV.15 Komposisi Produk di Tangki Penampung :.....	IV-23
Tabel IV.16 Neraca Energi Evaporator (V-310).....	IV-25
Tabel IV.17 Neraca Energi Barometric Condensor (E-311)	IV-26
Tabel IV.18 Neraca Energi Steam Jet Ejector (G-312).....	IV-27
Tabel IV.19 Neraca Energi Rotary Dryer (B-330).....	IV-28
Tabel IV.20 Neraca Energi Air Heater (E-333).....	IV-30
Tabel IV.21 Neraca Energi Belt Conveyor (J-411).....	IV-31
Tabel IV.22 Neraca Energi Bucket Elevator (J-412).....	IV-32
Tabel IV.23 Neraca Energi Crusher (C-410).....	IV-34
Tabel IV.24 Neraca Energi Screener (H-420).....	IV-35
Tabel V.1 Spesifikasi Kolam Penampungan (F-111).....	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Pompa MenujuTangki Flokulator.....	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Tangki Flokulator (M-110).....	V-2
Tabel V.4 Spesifikasi Tangki NaOCl (F-113).....	V-4
Tabel V.5 Spesifikasi Dosing Pump NaOCl (L-114).....	V-5
Tabel V.6 Spesifikasi Tangki FeCl ₃ (F-113).....	V-5
Tabel V.7 Spesifikasi Dosing Pump FeCl ₃ (L-116).....	V-7
Tabel V.8 Spesifikasi Pompa Menuju Clarifier H-120 (L-121)	V-7
Tabel V.9 Spesifikasi Clarifier (H-120).....	V-8
Tabel V.10 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-122).....	V-9
Tabel V.11 Spesifikasi Pompa Menuju Sand Filter I (L-131).	V-10
Tabel V.12 Spesifikasi Tangki Na ₂ S ₂ O ₅ (F-132).....	V-11
Tabel V.13 Spesifikasi Dosing Pump Na ₂ S ₂ O ₅ (L-133).....	V-12
Tabel V.14 Spesifikasi Sand Filter I (H-130).....	V-12

Tabel V.15 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-134).....	V-13
Tabel V.16 Spesifikasi Pompa Menuju Sand Filter II (L-141)	V-14
Tabel V.17 Spesifikasi Sand Filter II (H-140)	V-15
Tabel V.18 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-142).....	V-16
Tabel V.19 Spesifikasi Pompa Menuju Nanofiltrasi (L-211).	V-17
Tabel V.20 Spesifikasi Nanofiltrasi (H-210).....	V-18
Tabel V.21 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-212).....	V-19
Tabel V.22 Spesifikasi Pompa Menuju Reverse Osmosis.....	V-20
Tabel V.23 Spesifikasi membran Reverse Osmosisi (H-220)	V-20
Tabel V.24 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-222).....	V-21
Tabel V.25 Spesifikasi Pompa Menuju Evaporator V-310	V-22
Tabel V.26 Spesifikasi Evaporator Crystalizer (V-310).....	V-23
Tabel V.27 Spesifikasi Barometric Condenser (E-311)	V-24
Tabel V.28 Spesifikasi Steam Jet Ejector (G-312).....	V-24
Tabel V.29 Spesifikasi Tangki Hot Well (F-313)	V-25
Tabel V.30 Spesifikasi Centrifuge (H-320).....	V-25
Tabel V.31 Belt Conveyor (J-331)	V-26
Tabel V.32 Spesifikasi Rotary Dryer (B-330).....	V-26
Tabel V.33 Spesifikasi Blower (G-332).....	V-27
Tabel V.34 Spesifikasi Air Heater (E-333)	V-27
Tabel V.35 Spesifikasi Cyclone (H-334)	V-28
Tabel V.36 Spesifikasi Belt Conveyor (J-411).....	V-28
Tabel V.37 Spesifikasi Exhaust Fan (G-335).....	V-29
Tabel V.38 Spesifikasi Bucket Elevator (J-412)	V-29
Tabel V.39 Spesifikasi Crusher (C-410)	V-30
Tabel V.40 Spesifikasi Screener (H-420).....	V-31
Tabel V.41 Spesifikasi Belt Conveyor (J-421) dan (J-422) ...	V-31
Tabel V.42 Spesifikasi Tangki Produk Fine Salt (F-423)	V-32
Tabel V.43 Spesifikasi Tangki Produk Rough Salt (F-424)...	V-32
Tabel VI.1 Daftar Karyawan Pabrik Garam Industri.....	VI-8
Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2	VI-10

Tabel VI.3 Perincian jumlah dan Pembagian Gaji Karyawan	VI-11
Tabel VI.4 Parameter Perhitungan Ekonomi.....	VI-16
Tabel VI.5 Ringkasan Hasil Perhitungan Analisis Ekonomi	VI-18

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Garam untuk Industri 2018.....	I-3
Gambar II.1 Peta Lokasi desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur.	II-6
Gambar II.2 Peta Salinitas wilayah Indonesia.....	II-7
Gambar II.3 Peta Salinitas Nusa Tenggara Timur.....	II-8
Gambar III.1 Diagram Proses Vacuum Pan (Multiple Effect)	III-1
Gambar III.2 Diagram Proses Open Pan	III-3
Gambar III.3 Diagram Proses Penambangan Garam.....	III-4
Gambar III.4 Diagram Proses Penguapan Air Laut (Solar	III-5
Gambar III.5 Skema pemisahan dengan membrane	III-6
Gambar III.6 Blok Diagram Proses Terpilih	III-10
Gambar IV.1 Blok Diagram Kolam Penampung (F-111)	IV-2
Gambar IV.2 Blok Diagram Tangki Flokulator (M-110).....	IV-3
Gambar IV.3 Blok Diagram Clarifier (H-120).....	IV-5
Gambar IV.4 Blok Diagram Pipa Sebelum Sand Filter I	IV-7
Gambar IV.5 Blok Diagram Sand Filter I (H-130).....	IV-8
Gambar IV.6 Blok Diagram Sand Filter II (H-140)	IV-10
Gambar IV.7 Blok Diagram Nanofiltrasi (H-210)	IV-11
Gambar IV.8 Blok Diagram Membran Reverse Osmosis	IV-13
Gambar IV.9 Blok Diagram Evaporator (V-310).....	IV-15
Gambar IV.10 Blok Diagram Centrifuge (H-320)	IV-16
Gambar IV.11 Blok Diagram Rotary Dryer (B-330).....	IV-18
Gambar IV.12 Blok Diagram Cyclone (H-334).....	IV-19
Gambar IV.13 Blok Diagram Belt Conveyor (J-411)	IV-20
Gambar IV.14 Blok Diagram Screener (J-420).....	IV-22
Gambar IV.15 Blok Diagram Evaporator (V-310).....	IV-25
Gambar IV.16 Blok Diagram Barometric Kondensor	IV-26
Gambar IV.17 Blok Diagram Steam Jet Ejector (G-312).....	IV-27

Gambar IV.18 Blok Diagram Rotary Dryer (B-330)	IV-28
Gambar IV.19 Blok Diagram Air Heater (E-333).....	IV-30
Gambar IV.20 Blok Diagram Belt Conveyor (J-411)	IV-30
Gambar IV.21 Blok Diagram Bucket Elevator (J-412).....	IV-32
Gambar IV.22 Blok Diagram Crusher (C-410).....	IV-34
Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	VI-2
Gambar VI.2 Grafik Break Even Point (BEP)	VI-18

BAB I

LATAR BELAKANG

Garam merupakan salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Pembuatan garam sebagian besar dilakukan secara tradisional oleh petani rakyat disamping oleh perusahaan garam industri. Garam umumnya digunakan sebagai bahan pangan dan bahan baku bagi industri dalam negeri Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock salt*) dan dari sumur air garam (*brine*). Proses produksi garam di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari. Produksi garam Indonesia secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu garam yang berasal atau diproduksi oleh PT.Garam (Persero), garam yang berasal dari rakyat yang disebut dengan garam rakyat dan garam impor (Salim dan Munadi, 2016).

Garam berdasarkan fungsinya terbagi menjadi dua jenis yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi adalah garam dengan kadar NaCl paling sedikit 94.7%. Sedangkan garam industri adalah garam dengan kadar NaCl paling sedikit 97%. Garam industri merupakan garam yang digunakan baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan tambahan untuk industri lain. Kebutuhan garam industri sebagian besar dipenuhi oleh pasokan impor untuk industri *Chlor Alkali Plant* (CAP) yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gas klorin, non CAP sebesar 1.78 juta ton atau mencapai 83.54 persen seperti diindustri pengolahan logam sebagai pemurni aluminium, industri sabun sebagai pemisah gliserol dari air, industri karet sebagai pemisah karet dari getahnya, dan industri-industri lainnya. Artinya produksi garam industri di dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan garam industri nasional. Hal ini terkait dengan kadar NaCl untuk garam industri cukup tinggi dibandingkan garam konsumsi, sehingga perlu pembinaan dari sisi teknologi kepada

produsen garam di dalam negeri untuk dapat menghasilkan garam industri agar tidak tergantung kepada pasokan impor.

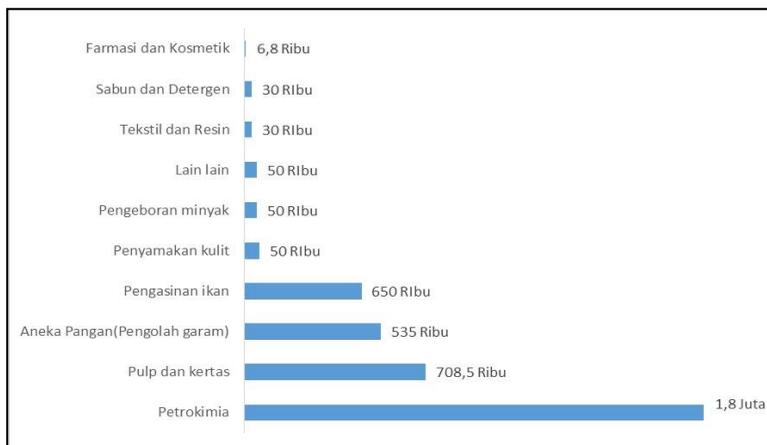
Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Jumlah pulau mencapai sekitar 17000 pulau dengan sekitar 3000 pulau diantaranya belum bernama atau direkam data koordinatnya menurut Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG). Data dari BIG menunjukkan bahwa selain menjadi negara kepulauan terbesar, Indonesia juga memiliki garis pantai terpanjang kedua didunia setelah Kanada dengan panjang garis pantai mencapai 99093 km. Dengan garis pantai terpanjang kedua didunia serta tiga perempat wilayah Indonesia adalah laut yang mencapai 5.9 juta km² ini, maka Indonesia memiliki potensi sumber daya alam perairan yang sangat besar. Beberapa pulau yang terkenal dengan produksi garamnya antara lain Madura, NTT dan Bali. Potensi perairan ini dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan dasar produksi garam (Lasabuda, 2013).

Kebutuhan garam nasional diperkirakan pada tahun 2015 mencapai 2.6 juta ton. Namun pada kenyataannya kebutuhan garam nasional mencapai 3.37 juta ton pada tahun 2015. Dari angka tersebut kebutuhan untuk garam industri mencapai 2.95 juta ton sedangkan kebutuhan untuk garam konsumsi hanya sebesar 783.78 ribu ton. Pada tahun 2017 kebutuhan garam industri sebesar 2.1 juta ton, namun pada tahun 2018 terjadi peningkatan kebutuhan garam industri sebesar 76.19 % menjadi 3.9 juta ton (Kementerian Perindustrian, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan garam untuk sektor industri sendiri berkontribusi lebih dari 80% dari total kebutuhan garam nasional.

Produksi garam nasional hingga saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan garam dalam negeri dari segi konsumsi saja, sementara untuk kebutuhan garam industri dipenuhi dari impor. Salah satu penyebab Indonesia mengimpor garam dikarenakan pembuatan garam yang masih tradisional yang menyebabkan minimnya produksi garam di Indonesia. Permasalahan produksi garam nasional lainnya seperti kualitas garam yang dihasilkan dari produksi dalam negeri masih kalah bersaing dengan garam impor.

Kemurnian kristal garam produksi Indonesia tergolong rendah, yaitu hanya mencapai 94%. Sedangkan garam yang digunakan dalam industri non pangan minimal memiliki kemurnian sebesar 97%. Kualitas garam yang rendah tersebut dikarenakan garam Indonesia hanya menggunakan matahari sebagai sumber energi untuk memproduksi garam dimana matahari hanya mampu menguapkan air, bukan zat pengotor yang ada di dalam air laut. Oleh karena itu, diperlukan suatu proses lebih lanjut untuk memisahkan pengotor guna meningkatkan kemurnian garam.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) impor garam sepanjang 2017 mencapai 2.55 juta ton. Dari jumlah tersebut, sekitar 2.3 juta ton atau 89.97% didatangkan dari negara Australia.



Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Garam untuk Industri 2018
(Sumber : Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia, 2018)

Dari Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Garam untuk Industri tahun 2018 diatas. menurut Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia (AIPGI), kebutuhan garam industri diperkirakan mencapai 3.7 juta ton. Terbesar dari industri Petrokimia dengan kebutuhan mencapai 1.78 juta ton atau sebesar 47.21% dari total. Di urutan kedua industri pulp dan kertas sebesar mencapai 708.5

ribu ton (18.8%) dan aneka pangan sebanyak 535 ribu ton (14.19%). Tingginya kebutuhan garam Industri ini diakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan garam industri bagi perindustrian di Indonesia. Oleh sebab itu, perlu adanya upaya untuk mencukupi kebutuhan garam industri di Indonesia.

Tabel I.1 Neraca Garam Nasional Tahun 2011-2014

No	Uraian	Tahun				Kenaikan Rata-Rata (Persen)	
		2011	2012	2013	2014	2011-2014	2013-2014
1	Kebutuhan	3,228,750	3,270,086	3,573,954	3,611,990	3,88	1,06
	Garam Konsumsi	1,426,000	1,466,336	1,546,454	1,483,115	1.4	-3.41
	Garam Industri	1,802,750	1,803,750	2,027,500	2,128,875	5.8	5
2	Produksi	1,113,274	2,378,948	1,244,544	2,507,168	-19.97	101.45
	Garam Konsumsi	1,113,118	2,071,601	1,087,715	2,192,168	46.72	101.54
	Garam Industri	156,713	307,348	156,829	315,000	49.33	100.86
3	Impor	2,615,202	2,314,844	2,020,933	2,251,577	-4.26	11.41
	Garam Konsumsi	923,756	495,073	277,475	473,133	-6.62	70.51
	Garam Industri	1,691,446	1,819,771	1,743,458	1,778,444	1.8	2.01
4	Ekspor	1,917	2,624	2,849	2,166	7.16	-23.97

(Sumber : Neraca Garam Nasional (KKP, Kemenperin, Kemendag, dan BPS)

Tabel I.2 Produksi Garam Rakyat pada Tahun 2011-2015

Uraian	Tahun					Kenaikan Rata-Rata (Persen)	
	2011	2012	2013	2014	2015	2011-2015	2014-2015
Produksi (ton)	1,623,786	2,473,716	1,163,608	2,502,891	2,915,461	32.74	16.48
Luas Lahan (ha)	20,066	22,632	25,098	23,411	25,830	6.82	10.34
Produktivitas Lahan (ton/ha/musim)	67,27	91,7	39,62	89,72	112,87	32.94	25.8
Tenaga Kerja (orang)	13,639	30,668	28,723	20,106	21,050	23.3	4.7
Musim Panas	4 bulan	5 bulan	2 bulan	5 bulan	6 bulan		

(Sumber: Ditjen PRL – KKP 2015)

Dari tabel I.2 produksi garam rakyat pada tahun 2011-2015 dapat dilihat bahwa dari tahun 2011 sampai tahun 2015 produksi garam rakyat mengalami perumbuhan rata-rata sebesar 32.74%. Pada tahun 2013 merupakan produksi paling rendah garam rakyat selama 5 (lima) tahun terakhir yaitu 1.163 juta ton dengan produktivitas lahan sebesar 39.62 ton/hektar/musim. Namun, pada tahun 2011 produksi garam rakyat nasional sebesar 1.623 juta ton meningkat menjadi 2.915 ton pada tahun 2015. Terjadinya penurunan produksi pada tahun 2013 selama lima tahun terakhir

dapat disebabkan karena pendeknya musim panas padatahun 2013 yang hanya sekitar 2 bulan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa produksi garam rakyat nasional sangat bergantung pada cuaca dan iklim yang terjadi sepanjang tahun. Semakin pendek musim kemarau maka akan menyebabkan produksi garam akan semakin menurun.

Dari table I.1 dan table I.2 dengan membandingkan jumlah produksi dan kebutuhan garam pada tahun 2014 dimana total produksi garam rakyat sebesar 2,192,168 ton sedangkan kebutuhan garam nasional sebesar 3,611,990 ton. Disamping kebutuhan garam nasional, kebutuhan garam industri pada tahun 2014 mencapai 2,128,875 ton dengan jumlah garam impor sebesar 1,778,444 ton.

Tabel I.3 Produktivitas, Luas Lahan, dan Produk Garam Rakyat dari Kabupaten / kota Tahun 2014

No	Kabupaten / Kota	Produksi (ton)	Luas Lahan (ha)	Produktivitas (Ton/Ha/Musim)
1	Aceh Utara	1,781.00	13.00	137.00
2	Aceh Besar	800.00	67.60	1.83
3	Aceh Timur	554.84	18.13	30.60
4	Pidie	6,000.00	24.72	242.72
7	Karawang	8,446.00	161.00	52.46
8	Cirebon	435,439.00	3,858.00	112.87
9	Indramayu	317,122.36	1,634.79	116.85
10	Brebes	317,122.36	398.52	124.72
11	Demak	130,118.00	1,271.00	102.37
12	Jepara	56,614.30	501.02	113.00
13	Pati	381,704.00	2,838.11	134.49
14	Rembang	218,491.00	1,568.65	139.29
15	Tuban	29,425.14	272.06	108.16
16	Lamongan	38,804.00	213.00	182.18

17	Pasuruan	19,354.40	266.55	72.61
18	Kota Pasuruan	12,490.00	116.00	107.67
19	Probolinggo	23,004,51	359.82	63.93
20	Gresik	16,535.73	163.52	101.12
21	Sidoarjo	17,720.52	242.95	72.94
22	Kota Surabaya	86,226.86	894.54	96.39
23	Bangkalan	398,983.61	3,064.55	130.19
24	Sampang	123,534.65	929.00	132.98
25	Pamekasan	236,117.96	2,068.00	114.18
26	Sumenep	398,983.61	3,064.55	130.19
27	Karangasem	123,534.65	929.00	132.98
28	Buleleng	9,827.48	33.45	293.80
29	Klungkung	3,306.35	101.93	32.44
30	Sumbawa	1,688.10	29.40	57.42
31	Kota Bima	152,439.20	1,743.02	87.46
32	Bima	4,355.00	142.10	30.65
33	Lombok Barat	2,788.23	55.56	50.18
34	Lombok Tengah	12,228.70	263.80	46.36
35	Lombok Timur	2,350.70	54.78	42.91
36	Kupang	351.00	22.32	15.73
37	Ende	1,100.70	7.50	146.76
38	Timor Tengah Utara	315.10	17.00	18.54
39	Alor	846.13	42.00	20.15
40	Sumba Timur	441.00	10.00	44.10
41	Manggarai	2,478.89	180.00	13.77
42	Nagekeo	709.83	87.20	8.14
43	Lembata	42,268.31	420.98	100.40
46	Pohuwato	709.83	87.20	8.14
47	Pangkep	42,268.31	420.98	100.40

48	Kep. Selayar	331.65	3.09	22.11
	Total	2,915,461.17	25,830.34	112.87

(Sumber : Ditjen PRL 2014)

Maka dari data diatas tersebut, dengan melihat semakin tingginya kebutuhan garam industri, maka dengan hanya memproduksi garam industri dengan menggunakan bahan baku garam rakyat untuk beberapa tahun berikut tidak memungkinkan. Hal ini karena produksi garam rakyat yang masih sedikit dan juga produksi garam rakyat yang masih menggunakan metode konvensional yaitu dengan menggunakan sinar matahari yang bergantung pada kondisi cuaca. Dari permasalahan diatas, salah satu solusi untuk menghasilkan garam industri yang terpenuhi dan kontiniu yaitu dengan menggunakan bahan baku air laut dengan proses yang tidak bergantung pada cuaca iklim sehingga kebutuhan garam industri dapat terpenuhi di Indonesia.

BAB II

BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Garam merupakan benda kristal berbentuk padatan berwarna putih dengan komponen utama penyusunnya adalah Natrium Klorida (NaCl) dan mengandung senyawa lain seperti Magnesium Sulfat (MgSO_4), Kalsium Sulfat (CaSO_4), Magnesium Klorida (MgCl_2) dan lain-lain. Garam mempunyai sifat karakteristik hidrokopis yang berarti mudah menyerap air, mempunyai titik lebur yang tinggi, mempunyai pH netral, dan dapat menghantar listrik (Herman, 2015). Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock salt*) dan dari air sumur garam (*brine*). Garam hasil tambang berbeda-beda dalam komposisinya tergantung lokasi, namun biasanya mengandung lebih dari 95% NaCl . Proses produksi garam di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari (Agus Winarso, dkk, 2016).

Garam terbagi atas garam konsumsi dan garam industri. Perbedaan keduanya terletak pada kadar NaCl -nya dan spesifikasi mutu. Untuk garam industri, penggunaannya dapat dilihat pada industri soda elektrolisis, industri pembuatan sabun sebagai pemisah antara gliserol dan air, industri karet sebagai pemisah antara karet dari getahnya, dan industri perminyakan (Rositawati, dkk, 2013).

Berikut adalah spesifikasi garam konsumsi dan garam industri:

a. Garam Konsumsi

Tabel II.1 SNI garam Konsumsi

Parameter	SNI (%)
NaCl, min	94.7
H ₂ O, max	7.0
Ca, max	2.0
Mg, max	2.0
SO ₄ , max	2.0
Lumpur dan pasir	1.0

(Widayat, 2009)

b. Garam Industri

Tabel II.2 SNI (Standar Nasional Indonesia dan SII (Standar Industri Indonesia) Garam Industri

Parameter	SNI (%)	SII(%)
NaCl, min	98.50	98.50
H ₂ O	3.00	4.00
Ca, max	0.10	0.10
Mg, max	0.06	0.06
SO ₄ , max	0.20	0.20

(Widayat, 2009)

Tabel II.3 Kualitas Garam Berdasarkan Kandungan NaCl

No.	Substansi NaCl (%)	Kandungan air Maksimum (%)
Kualitas 1	> 98	4
Kualitas 2	94,4 - 98	5
Kualitas 3	< 94	>5

(PT Garam, 2000)

Tabel II.4 Data Konsumsi, Produksi Impor dan Ekspor Garam Tahun 2011-2016

Uraian	Tahun (Satuan Ton)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kebutuhan Garam Industri	1,802,750	1,803,750	2,027,500	2,128,875	2,251,225	2,847,657
Produksi Garam Rakyat	156,713	307,348	156,829	315,000	327,247	245,000
Impor Garam Industri	1,691,446	1,819,771	1,743,458	1,778,444	1,861,849	2,137,799
Ekspor Garam Industri	1,917	2,624	2,849	2,116	2,765	2,805

(Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016)

Tabel II.5 Data Pertumbuhan Konsumsi, Produksi, Impor dan Ekspor Garam

Tahun	Produksi (%)	Konsumsi (%)	Impor (%)	Ekspor (%)
2011	96.122	0.055	7.587	36.881
2012	-48.973	96.122	-4.194	8.575
2013	100.856	5.000	2.007	-25.728
2014	-3.888	-3.958	4.690	30.671
2015	-25.133	39.276	14.821	1.447
Jumlah	126.759	52.778	24.911	51.845
Rata-rata	42.085	10.556	4.982	10.369

(Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016)

Dari tabel II.4 jumlah konsumsi garam industri pada tahun 2011-2016 menunjukkan bahwa konsumsi garam industri pada tahun 2011 hingga 2016 seluruhnya digunakan untuk kebutuhan dalam negeri. Volume impor garam industri pada tahun 2011-2012 ; 2012-2013 ; 2013-2014 ; 2014-2015 dan 2015-2106 secara berturut-turut sebesar 7.587% ; -4.194% ; 2.007% ; 4.690% dan 14.821%. Sehingga dari data konsumsi garam industri tahun 2011 hingga 2016 mengambil rata-rata pertumbuhan sebesar 4.982%.

Perancangan pra desain pabrik garam industri didasarkan pada data statistik kebutuhan garam tahun 2011 hingga 2016. Dari data diatas dapat dilakukan perhitungan untuk memprediksi nilai kebutuhan garam industri pada tahun 2022. Perkiraan kebutuhan garam di Indonesia pada tahun 2022 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F=P(1+i)^n$$

Dimana :

F = nilai pada tahun ke-n

P = nilai pada tahun awal

n = selisih antara tahun awal dengan tahun prediksi

i = pertumbuhan rata-rata

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksi kapasitas produksi, kebutuhan, ekspor, dan impor dalam kg/tahun pada tahun 2022 sebagai berikut :

Tabel II.6 Prediksi Konsumsi, Produksi, Impor, dan Ekspor Garam Pada Tahun 2022

Produksi	758,259.833 Kg
Konsumsi	4,703,181.790 Kg
Impor	2,726,119.419 Kg
Ekspor	4,593.746 Kg

Dari hasil prediksi perkembangan garam industri di Indonesia pada Tabel II.6 diatas, kebutuhan pasar Indonesia dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} S &= (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (4,770,775.536 \text{ ton/tahun} - 3,484,379.252 \text{ ton/tahun}) \\ &= 1,223,396.284 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dimana, S adalah kebutuhan nasional garam industri pada tahun 2022. Pabrik garam industri ini direncanakan memasok 25% kebutuhan pasar pada tahun 2022 sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 25 \% \times 1,223,396.284 \text{ ton/tahun} \\ &= 305,849.071 \text{ ton/tahun, dibulatkan} \\ &= 300,000 \text{ ton/tahun (dibulatkan)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan maka kebutuhan industri pada tahun 2022 mencapai 1,223,396.284 ton/tahun. Karena kebutuhan garam industri yang sangat tinggi, maka diputuskan kapasitas produksi memenuhi sekitar 25% dari kebutuhan pasar garam industri di Indonesia atau sebesar 300,000 ton/tahun .

II.2 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam pembuatan suatu pabrik. Lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan pasar. Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas pabrik.

Rencana pembangunan pabrik garam industri direncanakan didirikan di desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia.



Gambar II.1 Peta Lokasi desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Adapun rencana pembangunan pabrik garam industri direncanakan didirikan di desa Bipolo, Kecamatan Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur ini dengan pertimbangan sebagai berikut:

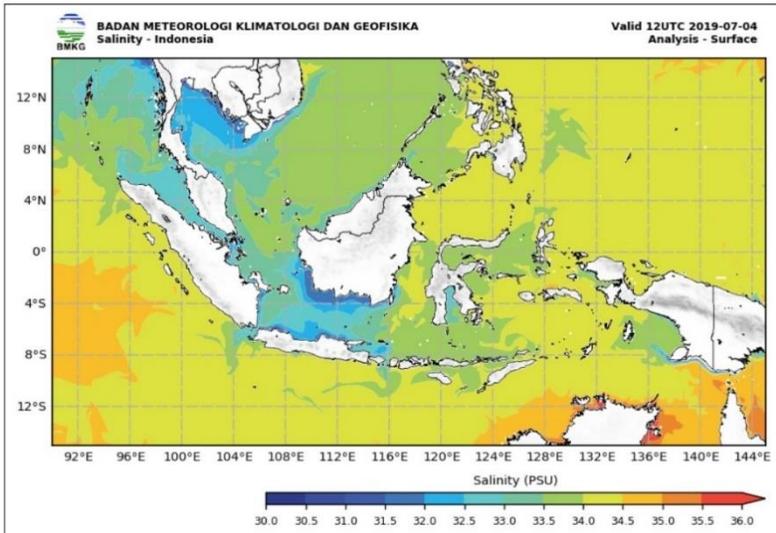
1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor utama dalam kelangsungan operasi suatu pabrik. Suatu pabrik idealnya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku, setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, terutama untuk bahan baku yang berat.

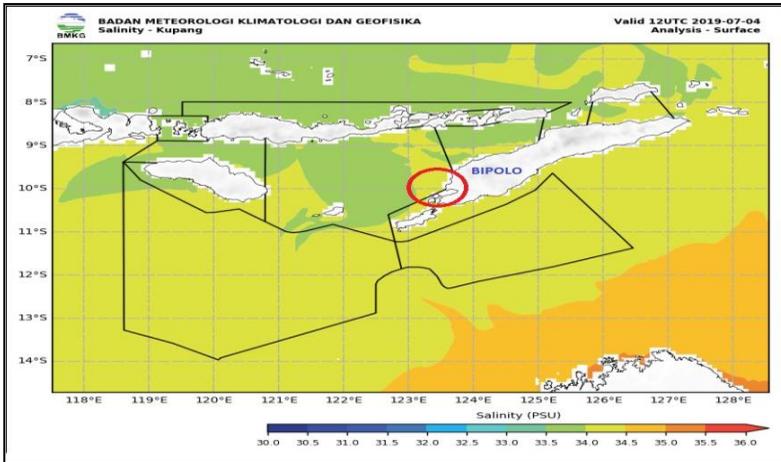
Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah lokasi sumber bahan baku, besarnya kapasitas sumber bahan baku, berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya, cara mendapatkan bahan baku tersebut, cara transportasinya, harga bahan baku serta biaya pengangkutan dan kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain.

Bahan baku utama dalam pembuatan garam industri ini adalah *brine* atau air laut yang disuplai dari laut di Kupang, Nusa Tenggara Timur. Secara geografis Provinsi Nusa Tenggara Timur terletak disebelah selatan Indonesia anatar 9°-12° lintang selatan

dan 118°-125° bujur timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kadar rata-rata salinitas air laut Kupang sebesar 3° Be (derajat Baume), sedangkan tekstur tanahnya padat dan kedap air sehingga resapan airnya sangat kecil. Melihat gambaran kondisi geografis seperti tersebut maka provinsi NTT memiliki potensi yang besar sebagai salah satu produsen industri garam nasional (Nahib, 2012).



Gambar II.2 Peta Salinitas wilayah Indonesia



Gambar II.3 Peta Salinitas Nusa Tenggara Timur

Dari Gambar II.2 Peta Salinitas wilayah Indonesia bahwa kadar garam di laut Nusa Tenggara Timur memiliki kadar garam yang tinggi ditunjukkan dengan warna kuning dan hijau. Dan dari gambar II.2 Peta Salinitas Nusa Tenggara Timur Khususnya Bipolo, Kab. Kupang Nusa Tenggara Timur memiliki kadar garam yang tinggi dibanding daerah lainnya yang ditandai dengan daerah yang berwarna kuning yang berarti kadar garam sekitar 34-34.5 PSU (Practical Salinity Unit).

Luas wilayah Laut Kupang, Nusa Tenggara Timur yang menjadi kewenangan pengelolaan Kabupaten Kupang sekitar 3118 km² dengan perkiraan panjang garis pantai 423,860 km. Dengan adanya potensi penggunaan sumber daya pantai dan laut yang cukup besar, bersih dan tidak tercemar ini akan membantu dalam penyediaan bahan baku. Selain potensi bahan baku, kabupaten Kupang memiliki Sungai Noelmina yang dapat digunakan sebagai bahan pembantu untuk kebutuhan utilitas seperti air untuk proses pendinginan serta adanya sarana pelabuhan yaitu pelabuhan Kupang yang memiliki kapasitas 500,000 TEUs dan pengangkutan darat berupa fasilitas jalan poros tengah dan Bandara El Tari.

2. Kebutuhan Tenaga listrik dan Bahan Bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang penting dalam pendirian pabrik. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator yang bahan bakarnya berupa solar yang diperoleh dari PT. Pertamina. Selain itu, kebutuhan listrik juga dapat diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).

3. Kebutuhan air

Air merupakan salah satu utilitas yang penting dalam pembangunan suatu pabrik. Air biasanya digunakan untuk kepentingan proses seperti sebagai air pendingin, steam dan untuk keperluan sehari-hari. Berikut daftar sungai yang mengalir di wilayah Kabupaten Kupang.

Tabel II.7 Aliran Sungai di wilayah Kabupaten Kupang

Nama Sungai	Luas (Ha)
Oebelo	6.4
Oesao	22.1
Noelmina	99.47
Kaisalun	4.13
Noe Tamanu	45.43
Hala	7.59
Noe Nitopen	18.62
Loko Oulahul	2.97
Batelusa	11.95
Manikin	11.82
Otan	9.03

(Sumber: RT/RW Kabupaten Kupang)

Dari Tabel II.7 sumber air yang digunakan dalam pembangunan pabrik ini direncanakan diambil dari sungai sungai

Nomelmina dan sebagian dari PDAM setempat. Sungai Noelmina, Kabupaten Kupang, Propinsi Nusa Tenggara Timur yang mengalir di sekitar pabrik melalui suatu proses di unit utilitas yang dapat digunakan untuk keperluan pabrik, sarana utilitas dan keperluan domestik yang merupakan sungai terluas di kabupaten Kupang.

4. Tenaga kerja

Sebagai kawasan pengolah garam industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Di daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun yang tidak terdidik serta tenaga kerja yang terlatih maupun tidak terlatih. Angkatan kerja yang tersedia pada tahun 2017 sebanyak 22442 jiwa. Hali ini memungkinkan tersedianya tenaga kerja

Tabel II.8 Persentase Penduduk Usia 7-24 Tahun di Kab/Kota Tahun 2017 di Provinsi Nusa Tenggara Timur menurut status sekolah

Kab/Kota	Tidak/ Belum Sekolah	SD/ SMP Sedera jat	SMA/ Sedera jat	Peruguru an Tinggi	Tidak Bersekolah
Sumba Barat	2.43	3.04	14.40	59.71	20.43
Sumba Timur	0.68	4.69	13.82	53.08	27.73
Kupang	0.72	3.97	14.37	57.60	23.34
Timor Tengah Selatan	1.25	1.20	11.23	61.33	25.00
Timor Tengah Utara	1.93	4.84	11.83	59.17	22.22
Belu	3.61	2.91	15.12	53.56	24.80
Alor	1.37	4.63	12.47	55.42	26.12
Lembata	1.25	2.57	14.61	61.51	22.94
Flores Timur	0.80	2.59	12.49	60.08	21.92
Sikka	3.10	3.10	17.24	54.14	27.16

Ende	0.79	4.92	12.51	49.20	27.85
Ngada	0.06	2.30	13.69	61.57	23.57
Manggarai	0.22	5.02	12.77	58.30	22.77
Rote Ndao	0.61	2.59	10.54	63.46	20.57
Manggarai Barat	0.98	2.23	7.34	66.02	23.44
Sumba Tengah	1.71	4.96	10.31	61.04	21.99
Sumba Barat Daya	4.08	3.16	9.37	63.83	19.56
Nagekeo	1.54	3.24	12.15	64.51	18.56
Manggarai	0.68	2.55	10.13	65.71	20.92
Sabu Raijua	2.54	3.30	17.39	54.72	19.24
Malaka	1.98	1.70	14.69	60.55	21.09
Kota Kupang	0.25	19.34	17.65	41.51	21.26
Rata-rata	1.42	4.07	13.08	57.69	23.14

(Sumber: Badan Statistik Pendidikan Provinsi NTT)

Dari data Tabel II.8 Persentase Penduduk Usia 7-24 tahun di Kab/Kota Tahun 2017 di Provinsi Nusa Tenggara Timur menurut status sekolah maka dapat diketahui bahwa persentasi penduduk dengan tingkat lulusan SMA 13.08 % sebesar Perguruan tinggi rata-rata setiap daerah 57.69% dapat digunakan sebagai sumber tenaga kerja yang berpendidikan demi kelangsungan berdirinya pabrik garam industri ini.

5. Kondisi iklim dan cuaca

Sama seperti daerah lain di Indonesia, iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Pada tengah tahun pertama mengalami musim kemarau dengan panjang musim kemarau 25 dasarian dan tengah tahun mengalami musim hujan dengan curah hujan 225-305 mm. Walaupun demikian perbedaan suhu yang terjadi relatif kecil dengan suhu rata rata 27.66°C. Kelembaban relatif pada daerah ini ialah 77.28% dan rata rata penyinaran matahari 75.23%.

6. Pemasaran

Perkembangan perindustrian yang membutuhkan garam industri sebagai bahan baku seperti industri *Chlor Alkali Plant* (CAP), aneka pangan, pengeboran minyak dan lain-lain terus meningkat setiap tahunnya, namun garam industri yang digunakan masih berasal dari impor. Pada tahun 2018 terjadi peningkatan kebutuhan garam industri sebesar 76.19 %. Oleh karena itu, pemasaran produk garam industri ini akan difokuskan pada seluruh perindustrian di Indonesia khususnya Indonesia bagian Timur dan pulau Jawa yang menggunakan garam industri sebagai bahan bakunya sehingga mengurangi ketergantungan impor dan mengurangi keterlambatan pasokan bahan bakunya, sehingga dapat dikatakan pemasaran produk ini cukup menguntungkan. Daerah lokasi pendirian pabrik diusahakan dekat dengan pelabuhan Kupang dan fasilitas jalan fasilitas jalan poros tengah dan Bandara El Tari sehingga mempermudah untuk melakukan pemasaran baik di dalam maupun luar negeri.

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Potensi dan Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan berasal dari air laut. Luasnya laut di Indonesia tidak menjamin produksi garam atau ketersediaan garam untuk memenuhi kebutuhan konsumsi regional dan nasional. Hal ini karena usaha garam didominasi oleh usaha berskala kecil dan untuk konsumsi. Sedangkan untuk industri belum bisa memenuhi kebutuhan garam nasional. Laut Kupang memiliki potensi sangat besar untuk menjadi sentral garam karena didukung kondisi geografis, lahan, salinitas air laut, dan klimatologi.

II.3.1.1 Bahan Baku Utama

1 Air Laut

Bahan baku utama merupakan bahan dasar yang tidak bisa diganti dengan bahan lain dalam proses pembuatan garam. Bahan pembantu dalam pembuatan garam industri ini adalah air laut. Air laut adalah larutan yang memiliki kandungan berbagai garam-garaman. Unsur kimia yang terdapat dalam larutan air laut adalah Klor (Cl) 55%, Natrium (Na) 31%, kemudian Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Kalium (K). Selain itu, dalam jumlah kecil terdapat juga Bromium (Br), Karbon (C), Strontium (Sr), Barium (Ba), Silikon (Si), dan Fluor (F), kandungan air laut juga terdiri dari partikulat $\pm 0.05\%$ berbagai gas seperti Oksigen (O_2), dan gas asam arang (CO_2) yang merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan vegetasi dan hewan laut.

Tabel II.9 Kandungan Air Laut

Senyawa	Persentasi kandungan garam
NaCl	2.68 %
CaSO ₄	0.12 %
MgCl ₂	0.32 %
MgSO ₄	0.22 %
KCl	0.07 %
NaBr	0.01 %
H ₂ O	96.58 %

(Kirk and Othmer, 1967)

Air laut pada slinitas 35000 ppm dengan suhu 20°C memiliki sifat:

Densitas : 1.024 kg/m³

Tekanan osmotik : 27 bar

Specific Heat : 39998 Kj/kg⁰C

(Cappilona et al, 2009)

II..3.1.2 Bahan Pembantu

1. Natrium Hipoklorite (NaOCl)

Nama lain	: Sodium Hipoklorite
Rumus Molekul	: NaOCl
Berat molekul	: 75.45 gr/mol
Bentuk	: Cairan
Warna	: kuning muda
Titik Leleh	: -20°C
Titik Didih	: 102°C
Kelarutan dalam air	: 177 cc/100 cc air pada 20°C
Kelarutan	: Natrium Hipoklorite memiliki sifat sangat cepat menyerap air (<i>moisture</i>) dalam udara dan menjadi licin serta partikel individual akan bergabung.
Fungsi	: Natrium Hipoklorite dapat digunakan Untuk mengendapkan garam magnesium dan garam besi dari <i>brine</i> serta sebagai pembersih dan disinfektan.

(<https://www.msdsonline.com>)

2. Ferri Clorida

Rumus molekul	: FeCl ₃
Bentuk	: Larutan
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 162.159 gr/mol
Densitas	: 2.9 pada 25°C
Titik didih	: 316°C
Titik Leleh	: 304°C
Kelarutan	: 74.4 gr/L air pada 0°C
Keamanan	: Sangat korosif
Fungsi	: Penggunaan pada industri sebagai intermediet, sebagai agen pemisah padatan dan untuk pemurniaan air.

(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>)

3. Sodium Metabisulfite

Rumus molekul	: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
Bentuk	: Kristal
Warna	: putih
Berat Molekul	: 190 gr/mol
Kelarutan	: 66.7 gr/L air pada 25°C
Bau	: Sedikit bau seperti bau sulfur
Keamanan	: Beracun bila dihirup dan dapat menyebabkan iritasi kulit
Penggunaan	: Untuk menghilangkan asam bebas (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov)

II.3.1.3. Produk Garam Industri

Adapun spesifikasi standard produk Garam Industri sesuai SNI (Standard Nasional Indonesia dan SII (Standar Industri Indonesia) dapat dilihat pada table II.10 berikut ini

Tabel II.10 SNI (Standar Nasional Indonesia dan SII (Standar Industri Indonesia) Garam Industri

Parameter	SNI (%)	SII(%)
NaCl, min	98.50	98.50
H ₂ O	3.00	4.00
Ca, max	0.10	0.10
Mg, max	0.06	0.06
SO ₄ , max	0.20	0.20

(Widayat, 2009)

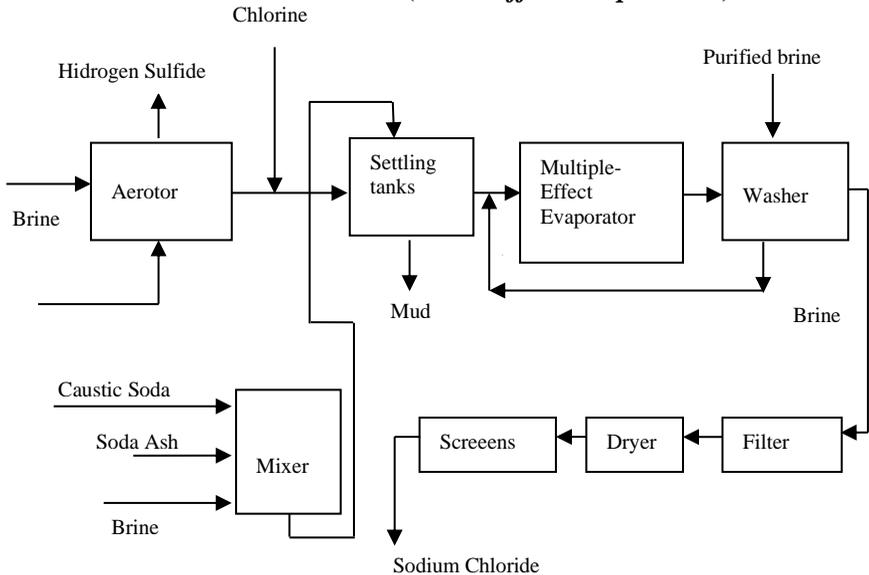
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Garam (Natrium Klorida)

Ada beberapa macam proses pembuatan garam (*sodium chloride*) dengan bahan baku dari air laut (*brine*) antara lain:

1. Proses Vacuum Pan (*Multi-Effect Evaporation*)
2. Proses *Open Pan* (*The Granier Process*)
3. Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)
4. Proses Penguapan Air Laut (*Solar Evaporator*)
5. Proses Pembuatan garam dengan menggunakan Membran

III.1.1 Proses Vacuum Pan (*Multi-Effect Evaporation*)



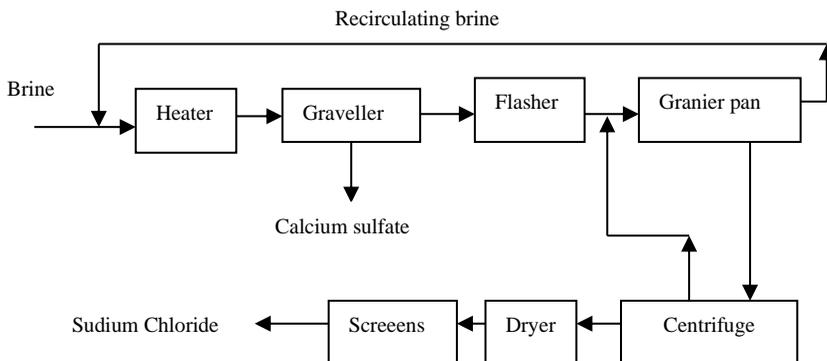
Gambar III.1 Diagram Proses Vacuum Pan (*Multiple Effect Evaporator*)

Pada proses *vacuum pan* biasanya digunakan *saturated brine* atau leburan garam kasar yang berasal dari dalam tanah atau laut. *Saturated brine* dapat juga diperoleh dari hasil samping produksi *sodium carbonate* (Na_2CO_3) dengan proses *Solvey*.

Pertama-tama, *saturated brine* (leburan garam) dari air dalam tanah memiliki kadar H_2S yang terlarut dalam garam NaCl dengan kadar maksimum 0.015%. Perlakuan pendahuluan dari bahan baku *brine* adalah dengan aerasi untuk menghilangkan kandungan *hydrogen sulfide*. Penambahan sedikit *chlorine* dimaksudkan untuk mempercepat penghilangan H_2S dalam *brine*. *Brine* setelah proses aerasi kemudian diumpankan dalam tangki pengendap untuk mengendapkan lumpur atau *solid* yang tidak diinginkan. Proses pengendapan dibantu dengan penambahan campuran *caustic soda*, *soda ash* dan *barium chloride* sehingga didapatkan larutan garam.

Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipisahkan dengan evaporator multi efek (*multiple effect evaporator*). Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan *brine* untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan *brine*. Garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam. Garam yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan. *Yield* yang dihasilkan pada proses ini adalah 99.8% (Arifin, 2011).

III.1.2 Proses Open Pan (*The Granier Process*)

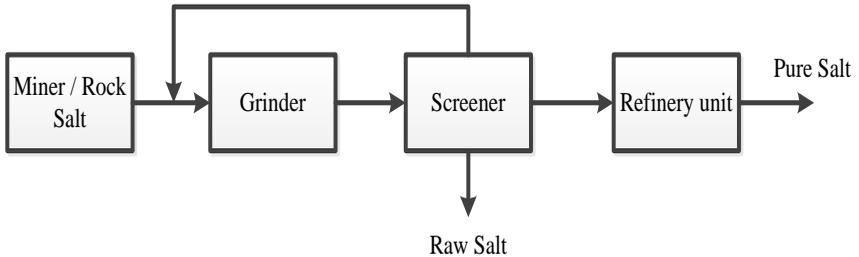


Gambar III.2 Diagram Proses Open Pan (*The Granier Process*)

Pembuatan garam dengan proses *open pan* ini menggunakan bahan baku *brine* yang berasal dari proses pemanasan air laut. Proses ini disebut juga proses “Granier”, dimana air laut diuapkan dengan cara memanaskan pada *heater* pada suhu 230°F (110°C). Larutan *brine* panas kemudian diumpungkan pada *graveller* yang berfungsi untuk memisahkan kalsium sulfat pada larutan *brine*. Larutan *brine* kemudian didinginkan pada *flasher* dengan suhu yang dijaga agar garam (NaCl) masih dalam kondisi larut dalam air.

Larutan *brine* didinginkan kemudian diumpungkan ke *open pan* yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari *mother liquor* pada *centrifuge*. *Mother liquor* kemudian direcycle kembali pada *open pan*, sedangkan kristal garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium iodat untuk penambahan kandungan iodium pada garam sehingga dihasilkan natrium klorida. Natrium klorida kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Natrium klorida kemudian dikemas dan dipasarkan. *Yield* yang dihasilkan pada proses ini adalah 99.9% (Arifin, 2011).

III.1.3 Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)



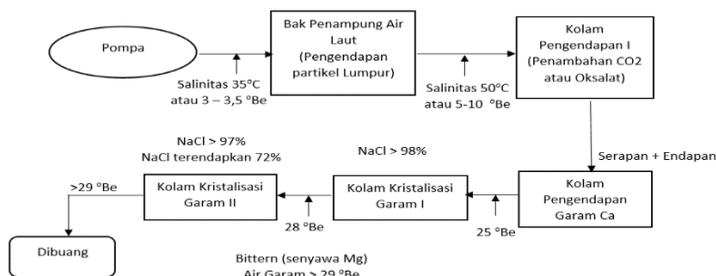
Gambar III.3 Diagram Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)

Rock salt atau batuan garam pada dasarnya merupakan *sodium chloride*, tetapi karena berdasarkan asal dari batuan garam tersebut pada akhirnya memiliki beberapa karakteristik atau kandungan.

Penambangan garam (NaCl) yang telah dilakukan pada beberapa tambang garam dan didapat kualitasnya masih kurang bagus, dimana warna garam agak coklat, ada yang abu-abu. Kemurnian garam berkisar antara 98.5% sampai 99.4%. Setelah penambangan batuan garam, batuan garam kemudian dihancurkan dengan penghancur (*crusher*) selanjutnya melalui *screener* untuk mendapatkan ukuran komersil dan kemudian dihancurkan lagi sampai mendapatkan kualitas akhir.

Beberapa peralatan yang umum digunakan dalam penambangan garam ini adalah beberapa buah alat penghalus (*grinder*) dan *screen* dengan berbagai ukuran. Penggunaan garam dengan kualitas rendah mempunyai harga jual yang rendah pula, akan tetapi masih diperlukan pada industri es krim maupun industri kulit (Arifin, 2011).

III.1.4 Proses Penguapan Air Laut (*Solar Evaporator*)



Gambar III.4 Diagram Proses Penguapan Air Laut (*Solar Evaporation*)

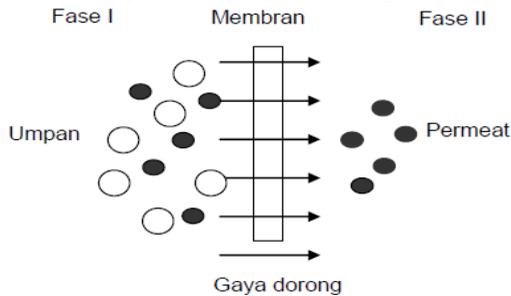
Proses *Solar Evaporation* merupakan proses paling tradisional. Produksi garam sangat bergantung pada kondisi iklim serta luas lahan dimana proses ini diaplikasikan, selain ketersediaan lahan yang cocok dan juga akses menuju pasar. *Solar Evaporation* pada dasarnya merupakan proses sebagian kecil dari kristalisasi menggunakan matahari sebagai sumber energi atau menggunakan tenaga surya. Air laut atau *brine* alami lainnya diubah menjadi keadaan jenuh dikolam terbuka yang besar. Pada kolam kapur yang terdahulu area pengkristalan garam, terbentuk banyak endapan kalsium sulfat. Kemudian, evaporasi lebih lanjut pada area kristalisasi atau *pan*, hasilnya terbentuk kristal garam yang terakumulasi pada *pan* kristalisasi. Kecuali untuk kalsium sulfat, unsur dari *brine* selain dari sisa garam pada larutan umumnya akan dibuang sebagai *bittern*. Hasil garam akan dipanen dengan alat yang disebut alat pemanenan. Garam yang telah dipanen akan dicuci dan ditimbun sebagai persediaan, dan proses lanjutan pada pabrik dengan pengeringan, penghancuran serta penyaringan.

Proses *Solar Evaporation* merupakan proses paling tradisional. Garam dengan proses penguapan air laut dengan tenaga surya ini sangat bergantung pada kondisi iklim pada daerah yang

diaplikasikan serta bergantung pada luas areanya. Dengan kondisi air laut yang rata-rata mengandung padatan sekitar 3.7%, setelah melewati proses kristalisasi, hanya mampu menghasilkan garam dengan kemurnian 75%. Kemudian dengan proses penghancuran, pencucian, pengeringan, dan klasifikasi, kadar garam dapat dinaikkan sampai dengan 95% (Arifin, 2011).

III.1.5 Proses dengan Menggunakan Teknologi Membran

Proses membran adalah proses pemisahan pada tingkat molekuler atau partikel yang sangat kecil. Proses pemisahan dengan membran dimungkinkan karena membran mempunyai kemampuan memindahkan salah satu komponen lebih cepat daripada komponen lain berdasarkan perbedaan sifat fisik dan kimia dari membran serta komponen yang dipisahkan. Perpindahan dapat terjadi oleh adanya gaya dorong (*driving force*) dalam umpan yang berupa beda tekanan (ΔP), beda konsentrasi (ΔC), beda potensial listrik (ΔE), dan beda temperatur (ΔT) serta selektifitas membran yang dinyatakan dengan rejeksi (R). Hasil pemisahan berupa permeat (bagian dari campuran yang melewati membran) (Mulder, 1996). Pada Gambar III.5 berikut ini memperlihatkan skema proses pemisahan dengan membran.



Gambar III.5 Skema pemisahan dengan membrane (Novianti, 2013)

Membran berasal dari bahasa Latin “membrana” yang berarti kulit kertas. Saat ini kata “membran” telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel atau film, bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena bersifat semi permeabel (Widayanti, 2013).

Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain:

1. Pemisahan dapat dilakukan secara kontiniu;
2. Konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah;
3. Proses membran dapat mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya (*hybrid processing*);
4. Pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan;
5. Mudah dalam *scale up*; tidak perlu adanya bahan tambahan; dan
6. Material membran bervariasi sehingga pemakaiannya mudah diadaptasikan;
7. Kekurangan teknologi membran antara lain fluks permeasi dan selektifitas membran pada umumnya terjadi fenomena bahwa fluks permeasi berbanding terbalik dengan selektifitas membran. Semakin tinggi fluks permeasi seringkali berakibat menurunnya selektifitas membran dan sebaliknya. Sedangkan hal yang diinginkan dalam proses berbasis membran adalah mempertinggi fluks permeasi dan selektifitas membran.

Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu :

a) Nanofiltrasi (NF)

Nanofiltrasi adalah proses pemisahan jika ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi tidak dapat mengolah air seperti yang diharapkan. Nanofiltrasi dapat menghasilkan proses pemisahan yang sangat terjangkau secara ekonomis, tetapi nanofiltrasi belum dapat mengolah mineral terlarut, warna dan salinasi air, sehingga air hasil olahan (*permeate*) masih mungkin mengandung ion monovalen dan larutan dengan pencemar yang memiliki berat molekul rendah seperti alkohol. Pengolahan menggunakan nanofiltrasi pada umumnya menggunakan membran berukuran 10^{-3} - 10^{-2} mikron.

b) Reverse Osmosis

Membran *reverse osmosis* (osmosis balik) digunakan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam anorganik atau molekul organik kecil seperti glukosa dan sukrosa dari larutannya. Membran yang lebih *dense* (ukuran pori lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah) dengan tahanan hidrodinamik yang lebih besar diperlukan pada proses ini. Hal ini menyebabkan tekanan operasi pada osmosis balik akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Untuk itu pada umumnya, membran osmosis balik memiliki struktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan padat serta matriks penyokong dengan tebal 50 sampai 150 μm . Tahanan ditentukan oleh lapisan atas yang rapat (Widayanti, N; 2013). Ukuran pori pada proses osmosis balik antara 10-4-10-3 mikron.

III.2 Pemilihan Proses

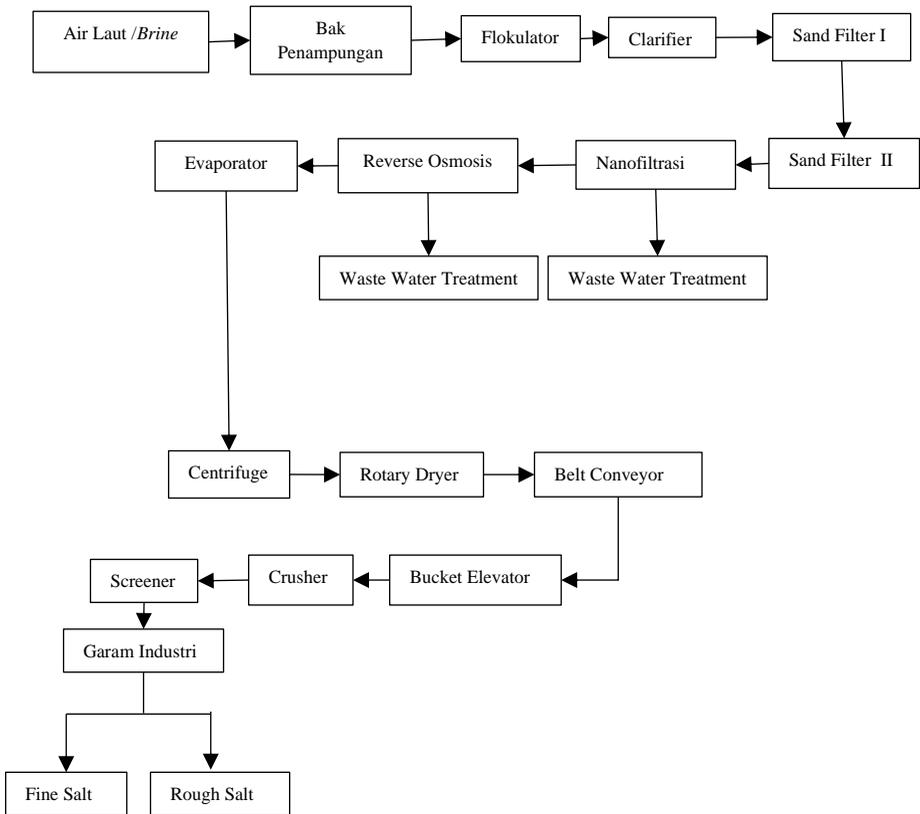
Berdasarkan uraian proses yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan perbandingan dari masing-masing proses seperti pada Tabel III.1 berikut ini:

Tabel III.1 Perbandingan Proses Pembuatan Garam Industri

Parameter	Macam Proses				
	<i>Vacuum Pan (Multi-Effect Evaporator)</i>	<i>Solar Evaporation</i>	<i>Rock Salt</i>	<i>Open Pan</i>	Membran Reverse Osmosis
Bahan Baku Utama	<i>Brine</i>	<i>Brine/ Air Laut</i>	Batuan Garam dari area laut	<i>Brine/Air Laut</i>	Air Laut

Bahan Baku Pembantu	Ca(OH) ₂ , Na ₂ CO ₃ , Poly Aluminiu m Choride (PAC)	Chlorine	Air	Steam, Kalium Yodat	Tidak ada
Kadar NaCl	99.8%	95%	98.5- 94.4%	98%	95-99%
Peralatan	Mahal	Murah	Mahal	Sedang	Mahal
Utilitas	Mahal	Ekonomis	Ekonomis	Sedang	Murah
Instrumen tasi	Mahal	Sederhana	Mahal	Mahal	Mahal
Perubahan Cuaca	Tidak mempeng aruhi Produksi	Mempeng aruhi produksi	Mempeng aruhi Produksi	Tidak Mempeng aruhi produksi	Tidak Mempeng aruhi produksi

Dari Tabel III.1 terlihat bahwa proses pembuatan garam industri dari air laut dengan menggunakan membran *reverse osmosis* lebih menguntungkan dibanding dengan metode pembuatan garam industri lainnya. Pembuatan garam industri dengan menggunakan *membran reverse osmosis* menghasilkan kadar NaCl yang sangat tinggi yaitu 95-99%. Meskipun pembuatan garam industri dengan menggunakan membran *reverse osmosis* memang menggunakan peralatan dan instrumen yang mahal dibandingkan dengan pembuatan garam dengan *Vacuum Pan*, *Solar Evaporator* dan *Rock Salt*, namun utilitas yang digunakan pada Membran Reverse Osmosis murah. Membran *reverse osmosis* dapat melakukan pemisahan secara kontiniu, konsumsi energi umumnya relatif murah, proses membran dapat digabungkan dengan proses pemisahan lainnya, tidak perlu adanya bahan tambahan untuk proses pemisahan NaCl dan proses pemisahan tidak dipengaruhi oleh cuaca.



Gambar III.6 Blok Diagram Proses Terpilih

III.3 Uraian Proses

Proses pembuatan garam industri dari air laut ini dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu:

1. Tahap *Pretreatment* Bahan Baku
2. Tahap Pemurnian Bahan Baku
3. Tahap Penguapan dan Pengkristalan
4. Tahap Pengendalian Produk

III.3.1 Tahap *Pretreatment* Bahan Baku

Tahap pertama dalam proses pembuatan garam industri dari bahan baku air laut/*brine* ini yaitu pertama air laut/*brine* ditampung didalam bak penampung kemudian dipompa menuju ke Tangki Flokulator (M-110) yang bertujuan untuk membentuk flok-flok impurities air laut dengan penambahan NaOCl dan FeCl_3 yang kemudian dialirkan menuju *Clarifier* (H-120) untuk mengendapkan flok-flok impurities air laut. Air laut yang telah diendapkan didalam *Clarifier* (H-120) kemudian dialirkan menuju *Sand Filter I* (H-130) dengan adanya penambahan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ dan *Sand Filter II* (H-140) untuk menahan partikulat/koloidal yang terbawa oleh air laut agar tidak mengganggu proses selanjutnya dan juga untuk menghilangkan impurities padatan-padatan berukuran kecil yang memiliki *settling time* yang panjang. Proses penyaringan impurities di *Sand Filter I* (H-130) dengan penambahan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ dan *Sand Filter II* (H-140) ini berfungsi untuk mengurangi intensitas backwashing pada Membran *Reverse Osmosis* (H-220) serta untuk menjaga Membran *Reverse Osmosis* agar tahan lama. Air laut yang telah melalui *Sand Filter I* (H-130) kemudian akan dialirkan menuju *Sand Filter II* (H-140) kemudian dialirkan menuju *Nanofiltrasi* (H-210) untuk menghilangkan ion-ion yang menyebabkan kesadahan air dari umpan *brine*, seperti polutan mikro dan ion multivalent.

III.3.2 Tahap Pemurnian Bahan Baku

Air laut/*Brine* setelah melewati *Sand Filter II* (H-140) kemudian akan dialirkan menuju *Nanofiltrasi* (H-210). Pada *Nanofiltrasi* ini kandungan garam yang terdiri dari ion divalen seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan lain-lain sebagian besar akan tertahan sehingga hanya melewati garam dengan ion monovalen seperti Na^+ . Umpam kemudian dialirkan menuju *Membran Reverse Osmosis* (H-220) untuk mengurangi kandungan airnya dengan kondisi operasi pada $T=30^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 30 atm. Pada *Membran Reverse Osmosis* untuk permeat yang merupakan produk hasil olahan akan dialirkan menuju evaporator untuk proses selanjutnya sedangkan retentate dibuang ke *waste water treatment*.

III.3.3 Tahap Penguapan dan Pengkristalan.

Produk larutan *brine* setelah melewati proses pemurnian kemudian lauran *brine* dari tangki penampungan selanjutnya dialirkan *single-effect evaporator* (V-310). *Single-effect evaporator* dioperasikan pada kondisi vakum. Evaporator beroperasi pada tekanan 0.5 atm. Vapor dari yang dihasilkan oleh evaporator akan dialirkan menuju *Baromatic Condenser* (E-311) untuk mencairkan vapor dan dialirkan menuju *Hot Well* (F-313) sebagai kondensat dengan bantuan *Steam Jet Ejector* (G-312). Pada evaporator terjadi penguapan air dan kristalisasi NaCl. Kristalisasi ini terjadi sebagai akibat adanya penguapan air yang menyebabkan konsentrasi NaCl dalam air naik melebihi *solubility*-nya, sehingga memungkinkan terjadinya kristalisasi.

Produk dari Evaporator yang berupa *slurry* akan dialirkan menuju *Centrifuge* (H-320) yang berfungsi untuk memisahkan *mother liquor* dengan kristal NaCl yang telah terbentuk. Kristal garam yang terbentuk selanjutnya dialirkan menuju *Rotary Dryer* (B-330) untuk dilakukan proses pengeringan kristal garam sedangkan *mother liquor* akan dialirkan buang ke *waste water treatment*. Di *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu 120°C pada tekanan 1 atm serta adanya udara panas dari *Heater* (E-333) dengan bantuan *Blower* (G-332) sebagai

sumber udara dimana proses pengeringan dengan menggunakan udara panas dilakukan secara *counter current* (berlawanan). Padatan yang terbawa oleh udara panas akan dialirkan menuju *Cyclone* (H-334) untuk dilakukan pemisahan antara udara dengan padatan. Padatan yang terpisah oleh udara bersih akan diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah dari *Rotary Dryer* (B-330) menuju ke *Belt Conveyor* (J-411). Sementara untuk udara bersih yang telah terpisah oleh padatan akan dikeluarkan dari *Cyclone* (H-334) untuk kemudian menjadi gas buang dengan menggunakan *Exhaust Fan* (G-335).

III.3.4 Tahap Pengendalian Produk

Produk dari *Rotary Dryer* (B-330) dan kristal garam yang telah terpisah dari udara selanjutnya akan dialirkan menuju *Crusher* (C-410) dengan menggunakan *Bucket Elevator* (J-412). Kristal garam diumpankan menuju *Crusher* (H-420) berfungsi untuk menghaluskan kristal garam hingga menjadi sangat kecil. Kristal garam yang telah dihancurkan tersebut kemudian akan disaring dengan menggunakan *Screener* (H-420). Dimana ada dua jenis produk yang dihasilkan yaitu *Rough Salt Industrie* dan *Fine Salt Industrie*. *Fine Salt Industrie* adalah garam yang lolos dari *Screener* (H-420) yang sesuai dengan spesifikasi produk 50 mesh yang diinginkan, sementara untuk *Rough Salt Industri* adalah produk garam yang tidak lolos dari *Screener* (H-420) atau lebih dari 50 mesh . Setelah disaring dengan menggunakan *Screener* kemudian garam akan dialirkan dengan menggunakan *Belt Conveyor* (J-421) untuk produk garam *Fine Salt* menuju Tangki Produk *Fine Salt* (F-423) sedangkan *Belt Conveyor* (J-422) untuk mengalirkan produk garam *Rough Salt* menuju Tangki Produk *Rough Salt* (F-424).

BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI

IV.1 Neraca Massa

Kapasitas Produksi	=	300,000	ton/tahun
	=	937,500	kg/hari
	=	39,062.50	kg/jam
Ditetapkan 1 tahun	=	320	hari
Satuan	=	kg/jam	
Bahan Baku yang Digunakan	=	2,749,821.106	kg/jam
Basis Operasi	=	1	jam

Pada Pra-Desain Pabrik Garam Industri dari Air laut dilakukan perhitungan Neraca Massa sistem dari awal sampai akhir :

Jika terjadi reaksi pada sistem maka neraca massa sistem sebagai berikut

$$\text{In} + \text{Generation} - \text{Out} - \text{Consumption} = \text{Akumulasi}$$

Asumsi sistem *steady state* maka akumulasi = 0

$$\text{Massa Masuk} + \text{Massa Terbentuk} - \text{Massa Keluar} - \text{Massa Terkonsumsi} = 0$$

Jika tidak ada reaksi pada sistem maka neraca massa sistem sebagai berikut

$$\text{In} - \text{Out} = \text{Akumulasi}$$

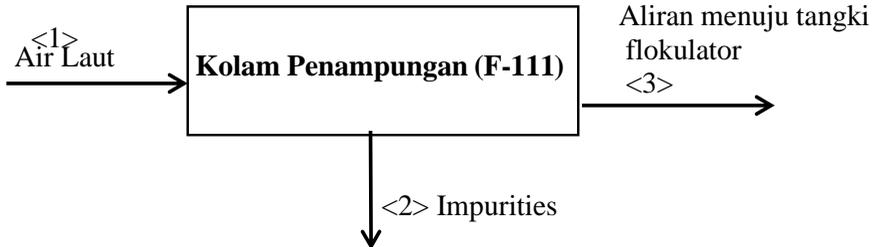
$$\text{Massa Masuk} - \text{Massa Keluar} = 0$$

1. Kolam Penampungan (F-111)

Fungsi : Memisahkan padatan yang terikut pada pengambilan air laut

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu operasi = 30°C



Gambar IV.1 Blok Diagram Kolam Penampungan (F-111)

Tabel IV.1 Neraca Massa Kolam Penampungan (F-111)

Neraca Massa (F-111)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Air Laut		Aliran Menuju Kolam Penampungan	
Aliran <1>		Aliran <3>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,695.206	NaCl	73,695.206
CaSO ₄	3,299.785	CaSO ₄	3,299.785
MgCl ₂	8,799.428	MgCl ₂	8,799.428
MgSO ₄	6,049.606	MgSO ₄	6,049.606
KCl	1,924.875	KCl	1,924.875
NaBr	219.986	NaBr	219.986

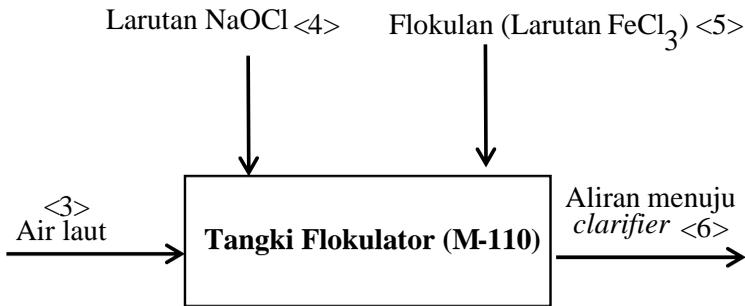
H ₂ O	2,654,457.310	H ₂ O	2,654,457.310
Impurities	1,374.911	Impurities	412.473
		Sub Total	2,748,858.668
		Impurities	
		Aliran <2>	
		Impurities	962.437
Total	2,749,821.106	Total	2,749,821.106

2. Tangki Flokulator (M-110)

Fungsi : Mencampur Air laut dengan NaOCl dan FeCl₃

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu operasi = 30°C



Gambar IV.2 Blok Diagram Tangki Flokulator (M-110)

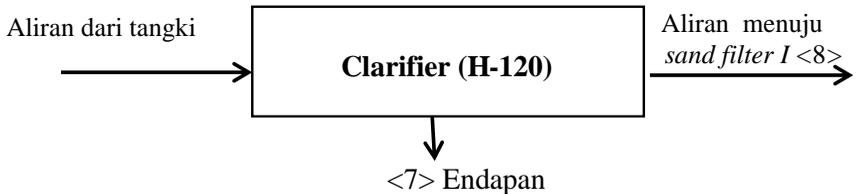
Tabel IV.2 Neraca Massa Tangki Flokulator (M-110)

Neraca Massa (M-110)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari kolam penampungan		Aliran menuju clarifier	
Aliran <3>		Aliran <6>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,695.206	NaCl	73,696.737
CaSO ₄	3,299.785	CaSO ₄	3,299.785
MgCl ₂	8,799.428	MgCl ₂	8,798.184
MgSO ₄	6,049.606	MgSO ₄	6,049.606
KCl	1,924.875	KCl	1,924.875
NaBr	219.986	NaBr	219.986
H ₂ O	2,654,457.310	H ₂ O	2,654,510.550
Impurities	412.473	Impurities	412.473
Sub Total	2,748,858.668	HOCl	1.374
Larutan NaOCl		Mg(OH) ₂	0.759
Aliran <4>		Fe(OH) ₃	14.040
NaOCl	1.950	HCl	18.523
H ₂ O	17.553	Sub Total	2,748,946.893
Sub Total	19.504		
Flokulan (Larutan FeCl₃)			
Aliran <5>			
Flokulan	27.489		
H ₂ O	41.233		
Sub Total	68.721		
Total	2,748,946.893	Total	2,748,946.893

3. Clarifier (H-120)

Fungsi : Memisahkan endapan dengan liquid

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
 Suhu Operasi = 30°C



Gambar IV.3 Blok Diagram Clarifier (H-120)

Tabel IV.3 Neraca Massa Clarifier (H-120)

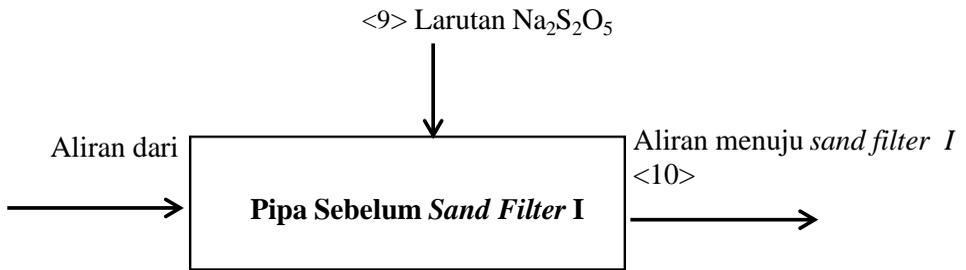
Neraca Massa (H-120)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari Tangki Flokulator		Aliran menuju Sand Filter 1	
Aliran <6>		Aliran <8>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,696.737	NaCl	73,548.458
CaSO ₄	3,299.785	CaSO ₄	3,293.146
MgCl ₂	8,798.184	MgCl ₂	8,780.482
MgSO ₄	6,049.606	MgSO ₄	6,037.435
KCl	1,924.875	KCl	1,921.002
NaBr	219.986	NaBr	219.543
H ₂ O	2,654,510.550	H ₂ O	2,649,169.641
Impurities	1.374	Impurities	16.494
HOCl	412.473	HOCl	1.372
Mg(OH) ₂	0.759	HCl	18.486
Fe(OH) ₃	14.040	Sub Total	2,743,006.058
HCl	18.523		

		Endapan	
Sub Total	2,748,946.893	Aliran <7>	
		NaCl	148.279
		CaSO ₄	6.639
		MgCl ₂	17.702
		MgSO ₄	12.172
		KCl	3.873
		NaBr	0.443
		H ₂ O	5,340.909
		HOCl	0.003
		Impurities	395.979
		Mg(OH) ₂	0.759
		Fe(OH) ₃	14.040
		HCl	0.037
		Sub Total	5,940.835
Total	2,748,946.893	Total	2,748,946.893

4. Pipa Sebelum *Sand Filter I*

Fungsi : Mencampur Air laut dengan Na₂S₂O₅ yang berfungsi menghilangkan HOCl yang dapat membuat kerusakan pada peralatan khususnya pada membran.

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
 Suhu Operasi = 30°C



Gambar IV.4 Blok Diagram Pipa Sebelum Sand Filter I

Tabel IV.4 Neraca Massa Pipa Sebelum Sand Filter I

Neraca Massa			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari clarifier		Aliran menuju sand filter I	
Aliran <8>		Aliran <10>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,548.458	NaCl	73,548.458
CaSO ₄	3,293.146	CaSO ₄	3,293.146
MgCl ₂	8,780.482	MgCl ₂	8,780.482
MgSO ₄	6,037.435	MgSO ₄	6,037.435
KCl	1,921.002	KCl	1,921.002
NaBr	219.543	NaBr	219.543
H ₂ O	2,649,169.641	H ₂ O	2,649,169.483
Impuritis	16.494	Impuritis	16.494
HOCl	1.372	Na ₂ SO ₄	1.855
HCl	18.486	H ₂ SO ₄	1.280
Sub Total	2,743,006.058	HCl	19.439
Larutan Na₂S₂O₅		Sub Total	2,743,008.617

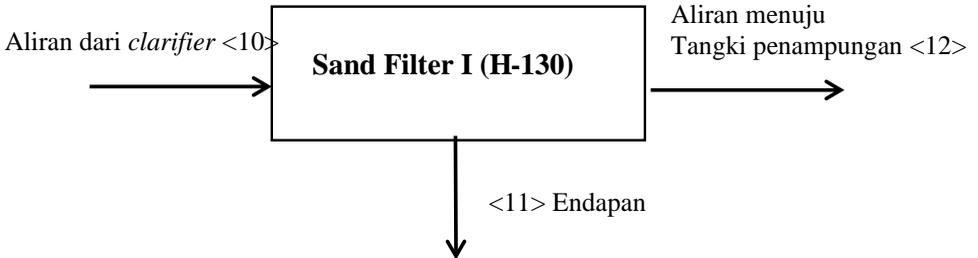
Aliran <9>			
Na ₂ S ₂ O ₅	2.482		
H ₂ O	0.077		
Sub Total	2.559		
Total	2,743,008.617	Total	2,743,008.617

5. Sand Filter I (H-130)

Fungsi : Memisahkan endapan dengan liquid

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30°C



Gambar IV.5 Blok Diagram Sand Filter I (H-130)

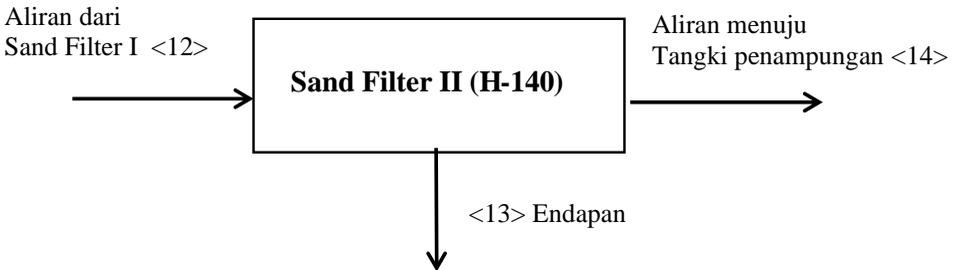
Tabel IV.5 Neraca Massa Sand Filter I (H-130)

Neraca Massa (H-130)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari clarifier		Aliran menuju tangki penampungan	
Aliran <10>		Aliran <12>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,548.458	NaCl	73,548.458
CaSO ₄	3,293.146	CaSO ₄	3,293.146
MgCl ₂	8,780.482	MgCl ₂	8,780.482
MgSO ₄	6,037.435	MgSO ₄	6,037.435
KCl	1,921.002	KCl	1,921.002
NaBr	219.543	NaBr	219.543
H ₂ O	2,649,169.483	H ₂ O	2,649,169.483
Impuritis	16.494	Impuritis	0.274
Na ₂ SO ₄	1.855	Na ₂ SO ₄	1.855
H ₂ SO ₄	1.280	H ₂ SO ₄	1.280
HCl	19.439	HCl	19.439
Sub Total	2,743,008.617	Sub Total	2,742,992.398
		Endapan	
		Aliran <11>	
		Impuritis	16.219
Total	2,743,008.617	Total	2,743,008.617

6. Sand Filter II (H-140)

Fungsi : Memisahkan endapan dengan liquid

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
Suhu Operasi = 30°C



Gambar IV.6 Blok Diagram Sand Filter II (H-140)

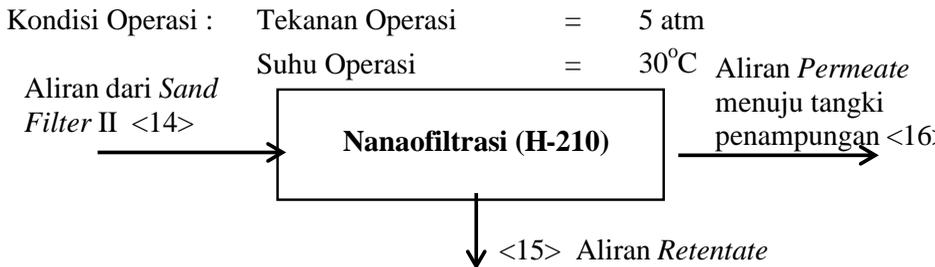
Tabel IV.6 Neraca Massa Sand Filter II (H-140)

Neraca Massa (H-140)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari Sand Filet I		Aliran menuju tangki penampungan	
Aliran <12>		Aliran <14>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,548.458	NaCl	73,548.458
CaSO ₄	3,293.146	CaSO ₄	3,293.146
MgCl ₂	8,780.482	MgCl ₂	8,780.482
MgSO ₄	6,037.435	MgSO ₄	6,037.435
KCl	1,921.002	KCl	1,921.002
NaBr	219.543	NaBr	219.543
H ₂ O	2,649,169.483	H ₂ O	2,649,169.483

Impuritis	0.274	Impuritis	0.137
Na ₂ SO ₄	1.855	Na ₂ SO ₄	1.855
H ₂ SO ₄	1.280	H ₂ SO ₄	1.280
HCl	19.439	HCl	19.439
Sub Total	2,742,992.398	Sub Total	2,742,992.261
		Endapan	
		Aliran <13>	
		Impuritis	0.137
Total	2,742,992.398	Total	2,742,992.398

7.Nanofiltrasi (H-210)

Fungsi : Menyaring dan memekatkan Brine



Gambar IV.7 Blok Diagram Nanofiltrasi (H-210)

Tabel IV.7 Neraca Massa Nanofiltrasi (H-210)

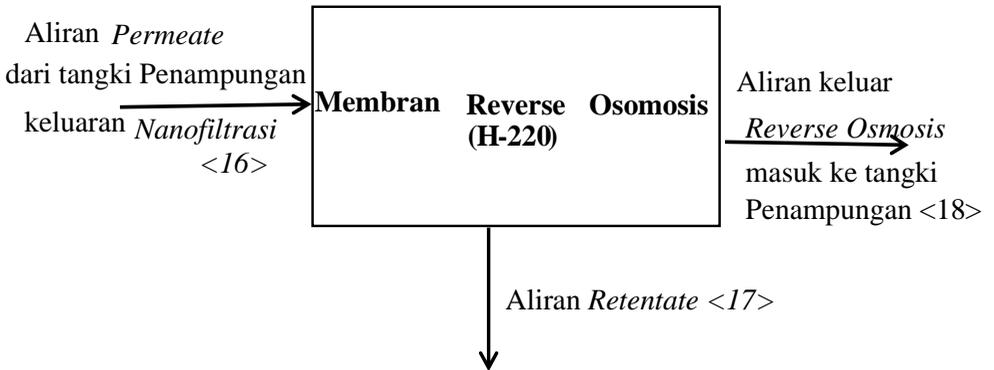
Neraca Massa (H-210)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari tangki penampungan		Aliran Permeate	
Aliran <14>		Aliran <16>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	73,548.458	NaCl	60,401.613
CaSO ₄	3,293.146	CaSO ₄	147.113
MgCl ₂	8,780.482	MgCl ₂	153.999
MgSO ₄	6,037.435	KCl	1,451.149
KCl	1,921.002	NaBr	171.741
NaBr	219.543	H ₂ O	2,596,529.041
H ₂ O	2,649,169.483	Sub Total	2,658,854.656
Impurities	0.137		
Na ₂ S ₂ O ₅	1.855		
H ₂ SO ₄	1.280		
HCl	19.439		
Sub Total	2,742,992.261	Aliran Retentate	
		Aliran <15>	
		Komponen	Berat (Kg)
		NaCl	11,654.686
		CaSO ₄	4,929.743
		MgCl ₂	6,106.685
		MgSO ₄	8,265.682
		KCl	469.853
		H ₂ O	52,640.442
		Impurities	0.137
Na ₂ S ₂ O ₅	1.855		

		H ₂ SO ₄	1.280
		HCl	19.439
		NaBr	47.802
		Sub Total	84,137.605
Total	2,742,992.261	Total	2,742,992.261

8. Membran Reverse Osmosis (H-220)

Fungsi : Menyaring *brine* keluaran Nanofiltrasi dan mengurangi kadar air pada membrane Reverse Osmosis

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 30 atm
Suhu Operasi = 30°C



Gambar IV.8 Blok Diagram Membran Reverse Osmosis (H-220)

Tabel IV.8 Neraca Massa Membran Reverse Osmosis (H-220)

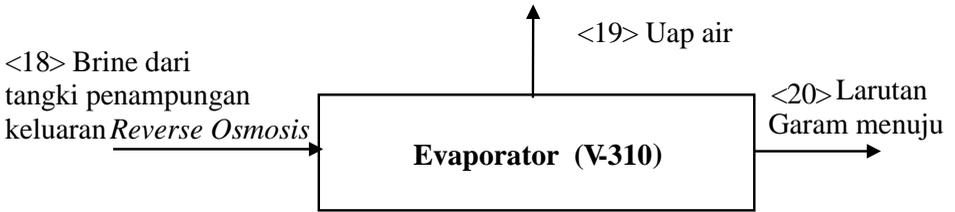
Neraca Massa (H-220)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Aliran dari Nanofiltrasi		Aliran Permeate ke Tangki Penampungan	
Aliran <17>		Aliran <18>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	60,401.613	NaCl	59,193.581
CaSO ₄	147.113	CaSO ₄	144.170
MgCl ₂	153.999	MgCl ₂	150.919
KCl	1,451.149	KCl	1,422.126
NaBr	171.741	NaBr	168.306
H ₂ O	2,596,529.041	H ₂ O	168,774.388
Sub Total	2,658,854.656	Sub Total	229,853.490
		Aliran Retentate	
		Aliran <17>	
		Komponen	Berat (Kg)
		NaCl	1,208.032
		CaSO ₄	2.942
		MgCl ₂	3.080
		KCl	29.023
		NaBr	3.435
		H ₂ O	2,427,754.653
Sub Total	2,429,001.166		
Total	2,658,854.656	Total	2,658,854.656

9. Evaporator (V-310)

Fungsi : Menguapkan air dan mengkristalkan NaCl

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0.5 atm

Suhu Operasi = 90,79 °C



Gambar IV.9 Blok Diagram Evaporator (V-310)

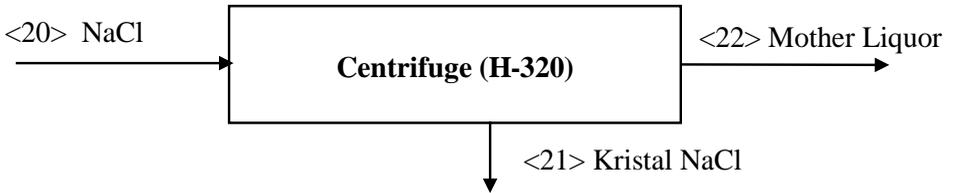
Tabel IV.9 Neraca Massa Evaporator (V-310)

Neraca Massa (V-310)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Brine dari Reverse Osmosis		Liquid ke Centrifuge	
Aliran <18>		Aliran <20>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	59,193.581	NaCl (s)	37,815.895
CaSO ₄	144.170	NaCl (aq)	21,377.686
MgCl ₂	150.919	CaSO ₄	144.170
KCl	1,422.126	MgCl ₂	150.919
NaBr	168.306	KCl	1,422.126
H ₂ O	168,774.388	NaBr	168.306
Sub Total	229,853.490	H ₂ O	61,079.102
		Sub Total	122,158.205

		Vapor ke Barometrik Kondensor	
		Aliran <19>	
		H ₂ O	107,695.285
Total	229,853.490	Total	229,853.490

10. Centrifuge (H-320)

Fungsi : Memisahkan kristal NaCl dari mother liquor
 Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0.5 atm
 Suhu Operasi = 90,79 °C



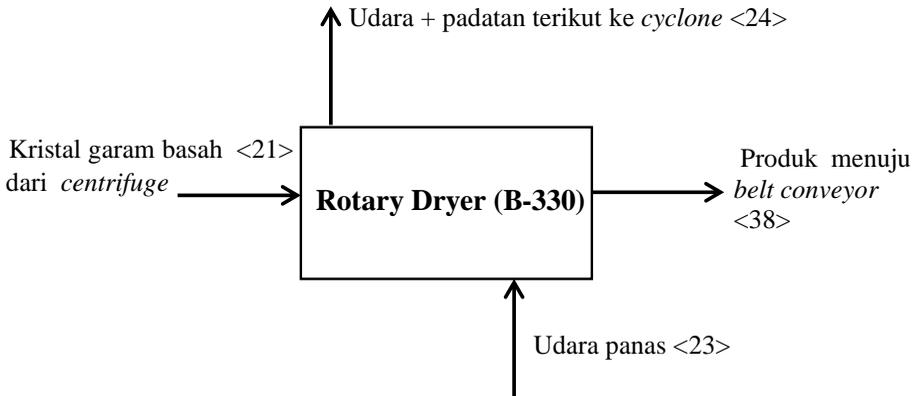
Gambar IV.10 Blok Diagram Centrifuge (H-320)

Tabel IV.10 Neraca Massa Centrifuge (H-320)

Neraca Massa (H-320)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
NaCl dari Evaporator		Kristal NaCl ke Rotary Dryer	
Aliran <20>		Aliran <21>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl (s)	37,815.895	NaCl (s)	37,815.895
NaCl (aq)	21,377.686	NaCl (aq)	1,068.884
CaSO ₄	144.170	CaSO ₄	7.209
MgCl ₂	150.919	MgCl ₂	7.546
KCl	1,422.126	KCl	71.106
NaBr	168.306	NaBr	8.415
H ₂ O	61,079.102	H ₂ O	3,053.955
Sub Total	122,158.20	Sub Total	42,033.010
		Mother Liquor	
		Aliran <22>	
		NaCl (aq)	20,308.802
		CaSO ₄	136.962
		MgCl ₂	143.373
		KCl	1,351.020
		NaBr	159.891
		H ₂ O	58,025.147
		Sub Total	80,125.194
Total	122,158.205	Total	122,158.205

11. Rotary Dryer (B-330)

Fungsi : Menguapkan H₂O
 Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
 Suhu Operasi = 120 °C



Gambar IV.11 Blok Diagram Rotary Dryer (B-330)

Tabel IV.11 Neraca Massa Rotary Dryer (B-330)

Neraca Massa (B-330)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Kristal NaCl dari Centrifuge		Udara basah ke Cyclone	
Aliran <21>		Aliran <24>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl (s)	37,815.895	NaCl	378.159
NaCl (aq)	1,068.884	H ₂ O	3,023.416
CaSO ₄	7.209	Sub Total	3,401.575
MgCl ₂	7.546		

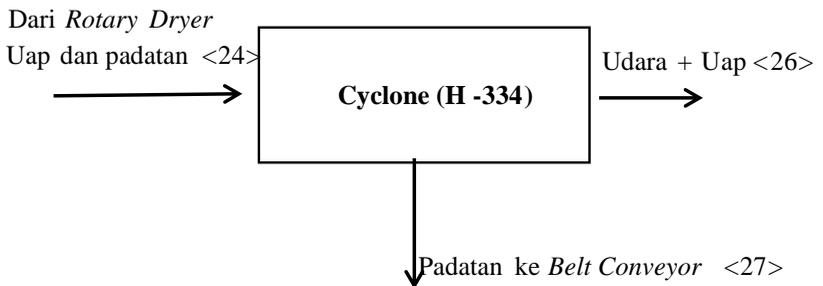
KCl	71.106		
NaBr	8.415		
H ₂ O	3,053.955	Produk ke Belt Conveyer	
		Aliran <25>	
		NaCl	38,506.620
		CaSO ₄	7.209
		MgCl ₂	7.546
		KCl	71.106
		NaBr	8.415
		H ₂ O	30.540
		Sub Total	38,631.436
Total	42,033.010	Total	42,033.010

12. Cyclone (H-334)

Fungsi : Menangkap debu-debu halus produk.

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 52.55°C



Gambar IV.12 Blok Diagram Cyclone (H-334)

Tabel IV.12 Neraca Massa Cyclone (H-334)

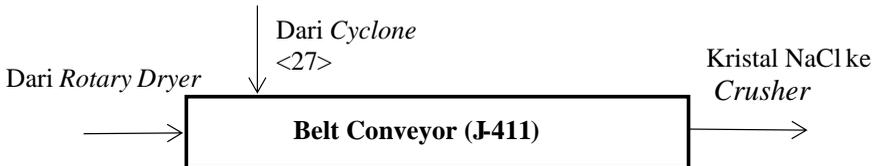
Neraca Massa (H-334)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Udara basah dari Rotary Dryer		Udara dilepas	
Aliran <24>		Aliran <26>	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	378.159	NaCl	7.563
H ₂ O	3,023.416	H ₂ O	2,962.947
Sub Total	3401.575	Sub Total	2,970.510
		Padatan ke Belt Conveyer	
		Aliran <27>	
		NaCl	370.596
		H ₂ O	60.468
		Sub Total	431.064
Total	3,401.575	Total	3,401.575

13. Belt Conveyer (J-411)

Fungsi : Mengalirkan produk ke tangki penampung.

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 81,11°C



Gambar IV.13 Blok Diagram Belt Conveyer (J-411)

Tabel IV.13 Neraca Massa Belt Conveyor (J-411)

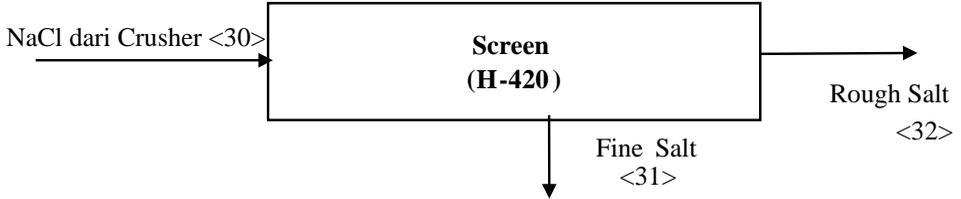
Neraca Massa (J-411)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Kristal NaCl dari Rotary Dryer		Kristal NaCl Menuju Crusher	
Aliran <25>		Aliran <28>	
NaCl	38,506.620	NaCl	38,877.216
CaSO4	7.209	CaSO4	7.209
MgCl2	7.546	MgCl2	7.546
KCl	71.106	KCl	71.106
NaBr	8.415	NaBr	8.415
H ₂ O	30.540	H ₂ O	91.008
Sub Total	38,631.436	Sub Total	39062.500
Kristal NaCl dari Cyclone			
Aliran <27>			
NaCl	370.596		
H ₂ O	60.468		
Sub Total	431.064		
Total	39,062.500	Total	39,062.500

14. Screen (H-420)

Fungsi : Menyaring produk sebelum disimpan di storage

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 68.37 °C



Gambar IV.14 Blok Diagram Screener (J-420)

Tabel IV.14 Neraca Massa Screener (J-420)

Neraca Massa (H-420)			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Kristal NaCl dari Crusher		Fine Salt	
Aliran <30>		Aliran <31>	
NaCl	38,877.216	NaCl	19,438.608
CaSO ₄	7.209	CaSO ₄	3.604
MgCl ₂	7.546	MgCl ₂	3.773
KCl	71.106	KCl	35.553
NaBr	8.415	NaBr	4.208
H ₂ O	91.008	H ₂ O	45.504
		Sub Total	19,531.250
		Rough Salt	
		Aliran <32>	
		NaCl	19,438.608
		CaSO ₄	3.604

		MgCl ₂	3.773
		KCl	35.553
		NaBr	4.208
		H ₂ O	45.504
		Sub Total	19,531.250
Total	39,062.500	Total	39,062.500

15. Tinjauan Spesifikasi Produk dan Kapasitas Produksi

Tabel IV.15 Komposisi Produk di Tangki Penampung :

Komponen	Berat (Kg)	% Berat
NaCl	38,877.216	99.53%
CaSO ₄	7.209	0.02%
MgCl ₂	7.546	0.02%
KCl	71.106	0.18%
NaBr	8.415	0.02%
H ₂ O	91.008	0.23%
Total	39,062.500	100.00%

Target Kapasitas Produksi = 300,000 ton/tahun
(320 hari Operasi Pabrik) = 39,062.500 kg/jam

Produk yang dihasilkan sebesar = 39,062.500 kg/jam
= 300,000 ton/tahun

Kesimpulan :

Maka dari hasil perhitungan Neraca Massa diatas, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan 300,000 ton/tahun atau 39,062.50 kg/hari diperlukan kapasitas Air laut (*Brine*) sebesar 2,749,821.106 kg/jam atau 21,118,626.091 ton/tahun. Maka Kapasitas Produksi Pabrik memenuhi target yang ditetapkan.

IV.2 Neraca Energi

Menurut Smith Vann Ness (1989), dalam perhitungan neraca energi ini berlaku teori hukum kekekalan energi dengan persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{In} - \text{Out} + Q - W = \text{Akumulasi}$$

$$\Delta[(H + 1/2 V^2 + zg) m] + Q + W = \text{Akumulasi}$$

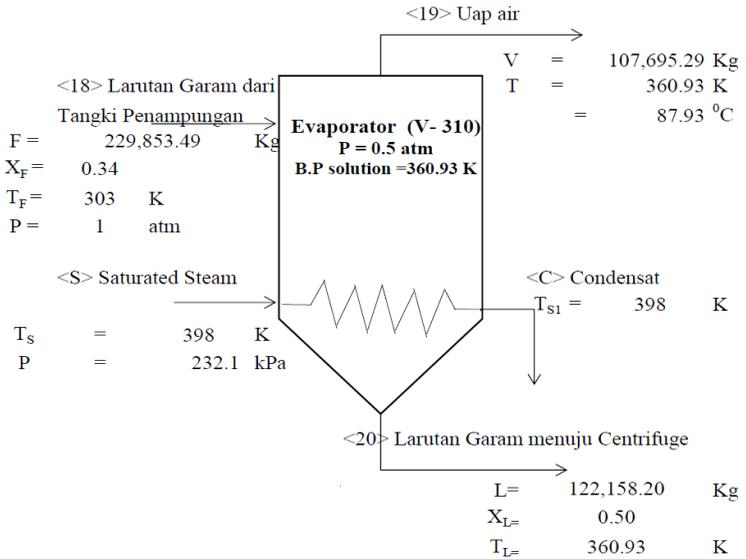
dengan asumsi : - Tidak ada akumulasi energi pada sistem (steady state)

- Perubahan energi kinetik diabaikan
- Perubahan energi potensial diabaikan
- Tidak terjadi kerja pada sistem
- Q bernilai negatif karena terjadi kehilangan panas

$$\text{Maka : } \Delta H - Q = 0$$

$$\Delta H = Q$$

1. Evaporator (V-310)



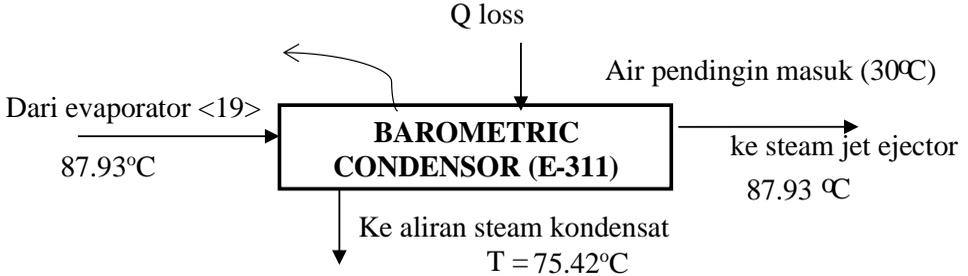
Gambar IV.15 Blok Diagram Evaporator (V-310)

Tabel IV.16 Neraca Energi Evaporator (V-310)

Neraca Energi V-310				
	Energi Masuk (kkal)		Energi Keluar (kkal)	
1	<20> Brine dari	17,763,556.809	<19> Uap air	68,692,300.024
2	<S> Saturated Steam	90,604,842.641	<20> Larutan	22,146,474.831
3			<C> Condensate	17,529,624.595
	Total	108,368,399.450	Total	108,368,399.450

2. BAROMETRIC CONDENSOR (E-331)

Fungsi : Mengkondensasikan uap dari evaporator



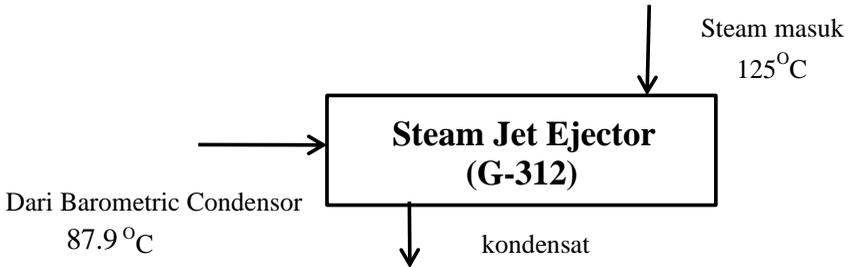
Gambar IV.16 Blok Diagram Baromatic Kondensor (E-311)

Tabel IV.17 Neraca Energi Baromatic Condensor (E-311)

NERACA ENERGI (E-311)			
Masuk	Entalpi (kkal)	Keluar	Entalpi (kkal)
a. Aliran <19>	63,088,894.826	a. Ke Steam Jet Ejector	3,154,444.741
b. H cooling wate	32,416,346.804	b. H kondensat	89,196,352.148
		c. Q loss	3,154,444.741
Total	95,505,241.630	Total	95,505,241.630

3. STEAM JET EJEKTOR (G-312)

Fungsi : untuk memvakumkan evaporator

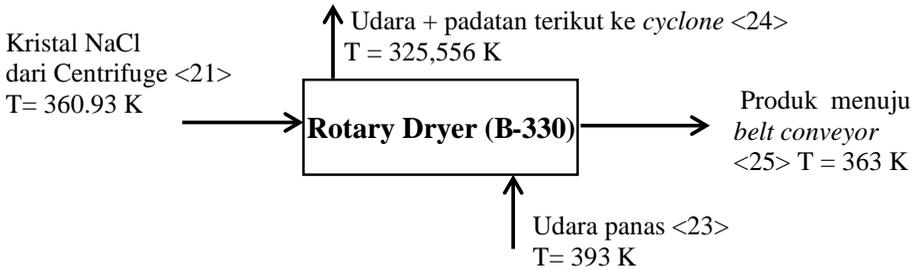


Gambar IV.17 Blok Diagram Steam Jet Ejector (G-312)

Tabel IV.18 Neraca Energi Steam Jet Ejector (G-312)

Neraca Energi Total (G-312)			
Masuk (kal)		Keluar (kkal)	
Aliran	Entalpi (kkal)	Aliran	Entalpi (kkal)
H uap air	3,154,444.74	H keluar	48,917,007.18
H steam	48,337,141.76	Q loss	2,574,579.33
Total	51,491,586.51	Total	51,491,586.51

4. Rotary Dryer (B-330)



Gambar IV.18 Blok Diagram Rotary Dryer (B-330)

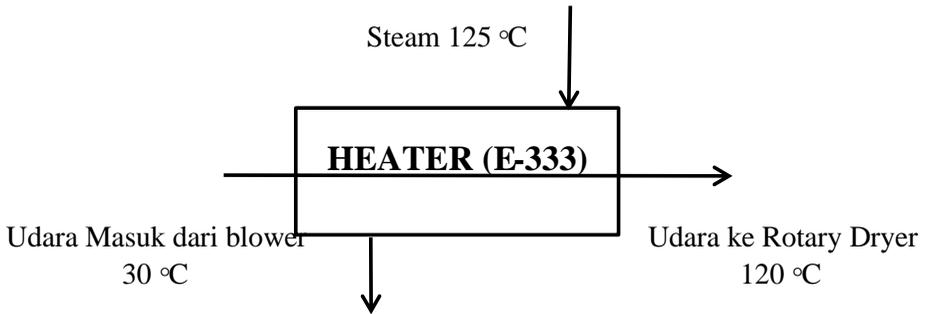
Tabel IV.19 Neraca Energi Rotary Dryer (B-330)

Energi Aliran Masuk						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<21>	NaCl	38,884.78	58.50	664.70	1065.771	708,414.649
	CaSO4	7.21	136.00	0.05	2238.705	118.660
	MgCl ₂	7.55	95.00	0.08	1626.184	129.170
	KCl	71.11	74.50	0.95	1065.818	1,017.267
	NaBr	8.42	103.00	0.08	1097.185	89.642
	H ₂ O	3053.9551	18	169.664	6200.770957	1,052,048.677
Total						1,761,818.064

Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<24>	NaCl	378.159	58.5	6.46	1065.771	6,889.414
	H ₂ O	3,023.416	18	167.97	3528.149	592,614.519
Sub Total						599,503.933
<25>	NaCl	38,506.6	58.5	658.233	1,091.304	718,332.115
	CaSO ₄	7.2	136	0.053	2,293.561	121.568
	MgCl ₂	7.5	95	0.079	1,664.897	132.245
	KCl	71.1	74.5	0.954	1,091.311	1,041.599
	NaBr	8.4	103	0.082	1,123.285	91.775
	H ₂ O	30.5	18	1.697	6,376.203	10,818.132
Sub Total						730,537.433
Total Energi Keluar						1,330,041.366

Neraca Energi (B-330)				
	Energi Masuk (kkal)		Energi Keluar (kkal)	
1	ΔH Kristal garam basah	1,761,818.064	ΔH Produk garam	1,330,041.366
2	ΔH Udara masuk (\hat{H}_1)	5,149,052.901	ΔH Udara keluar (5,580,829.600
	Total	6,910,870.965	Total	6,910,870.965

5. Heater (E-333)

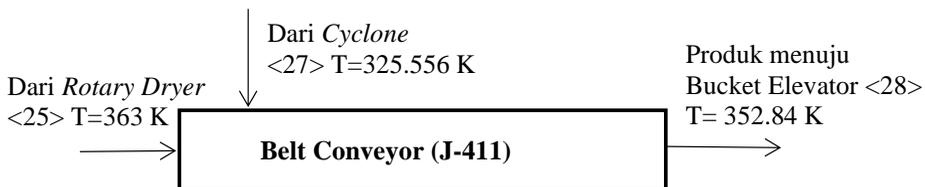


Gambar IV.19 Blok Diagram Air Heater (E-333)

Tabel IV.20 Neraca Energi Air Heater (E-333)

Neraca Energi (E-333)				
Energi Masuk (kkal)			Energi Keluar (kkal)	
1	ΔH Aliran masuk	1,121,273.430	ΔH Aliran Keluar	4,504,988.290
2	Q Supply	4,281,036.922	Kondensat	828,266.657
			Q loss	69,055.405
	Total	5,402,310.352	Total	5,402,310.352

6. Belt Conveyor (J-411)



Gambar IV.20 Blok Diagram Belt Conveyor (J-411)

Tabel IV.21 Neraca Energi Belt Conveyor (J-411)

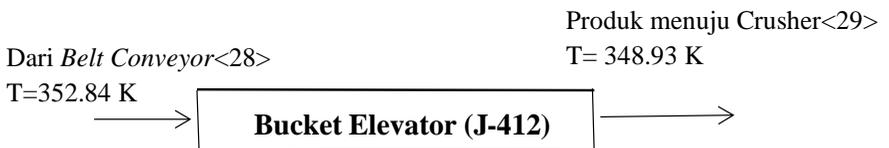
Energi Aliran Masuk						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<25>	NaCl	38,506.62	58.5	658.233	1,091.30	718,332.115
	CaSO ₄	7.21	136	0.053	2,293.56	121.568
	MgCl ₂	7.55	95	0.079	1,664.90	132.245
	KCl	71.11	74.5	0.954	1,091.31	1,041.599
	NaBr	8.42	103	0.082	1,123.28	91.775
	H ₂ O	30.54	18	1.697	6,376.20	10,818.132
Sub Total						730,537.433
<27>	NaCl	370.596	58.5	6.335	633.142	4,010.938
	H ₂ O	60.468	18	3.359	3,423.018	11,499.119
Sub Total						15,510.056
Total						746,047.489

Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_T^{ref} C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<28>	NaCl	38,877.22	58.5	664.568	966.421	642252.258
	CaSO ₄	7.209	136	0.053	2,025.792	107.375
	MgCl ₂	7.546	95	0.079	1,475.445	117.196
	KCl	71.106	74.5	0.954	966.606	922.574

	NaBr	8.415	103	0.082	995.550	81.338
	H ₂ O	91.008	18	5.056	5,530.467	27961.999
Total						671,442.740

Neraca Energi (J-411)				
	Energi Masuk (kkal)		Energi Keluar (kkal)	
1	ΔH Aliran masuk	746,047.489	ΔH Aliran keluar	671,442.740
2			Q loss	74,604.749
	Total	746,047.489	Total	746,047.489

7. Bucket Elevator (J-412)



Gambar IV.21 Blok Diagram Bucket Elevator (J-412)

Tabel IV.22 Neraca Energi Bucket Elevator (J-412)

Energi Aliran Masuk						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{ref}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<28>	NaCl	38,877.22	58.5	664.568	966.421	642,252.258
	CaSO ₄	7.209	136	0.053	2,025.792	107.375

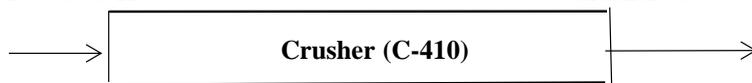
	MgCl ₂	7.546	95	0.079	1,475.445	117.196
	KCl	71.106	74.5	0.954	966.606	922.574
	NaBr	8.415	103	0.082	995.550	81.338
	H ₂ O	91.008	18	5.056	5,530.467	27,961.999
Sub Total						671,442.740
Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<29>	NaCl	38,877.22	58.5	664.568	918.407	610,343.712
	CaSO ₄	7.209	136	0.053	1,923.197	101.937
	MgCl	7.546	95	0.079	1,402.534	111.405
	KCl	71.106	74.5	0.954	918.648	876.801
	NaBr	8.415	103	0.082	946.386	77.322
	H ₂ O	91.008	18	5.056	5,213.502	26,359.426
Sub Total						637,870.602

Neraca Energi (J-412)				
	Energi Masuk (kkal)		Energi Keluar (kkal)	
1	ΔH Aliran masuk	671,442.740	ΔH Aliran keluar	637,870.602
			Q _{loss}	33,572.137
	Total	671,442.740	Total	671,442.739

8. Crusher (C-410)

Dari *Rotary dryer*
<29> T=348.93 K

Produk menuju
Crusher <30>



Gambar IV.22 Blok Diagram Crusher (C-410)

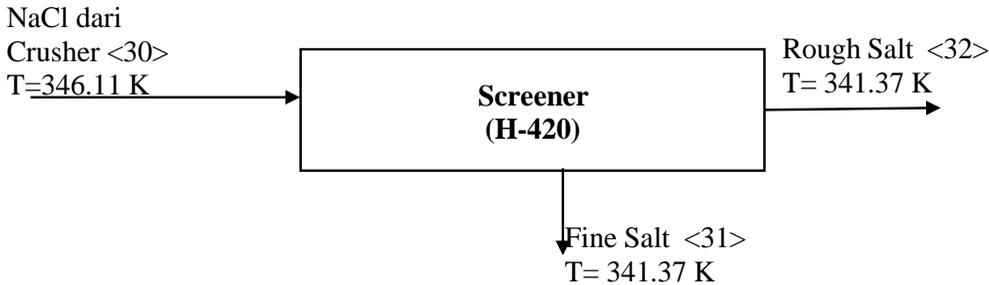
Tabel IV.23 Neraca Energi Crusher (C-410)

Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<29>	NaCl	38,877.22	58.5	664.568	918.407	610,343.712
	CaSO ₄	7.209	136	0.053	1,923.197	101.937
	MgCl	7.546	95	0.079	1,402.534	111.405
	KCl	71.106	74.5	0.954	918.648	876.801
	NaBr	8.415	103	0.082	946.386	77.322
	H ₂ O	91.008	18	5.056	5,213.502	26,359.426
Sub Total						637,870.602
Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_T^T C_p dT_{ref}$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<30>	NaCl	38,877.22	58.5	664.568	827.090	549,657.544
	CaSO ₄	7.209	136	0.053	1,728.622	91.624
	MgCl	7.546	95	0.079	1,263.756	100.382

	KCl	71.106	74.5	0.954	827.420	789.729
	NaBr	8.415	103	0.082	852.797	69.675
	H ₂ O	91.008	18	5.056	4,623.146	23,374.589
Sub Total						574,083.542

Neraca Energi (J-410)				
Energi Masuk (kkal)			Energi Keluar (kkal)	
1	ΔH Aliran masuk	637,870.602	ΔH Aliran keluar	574,083.542
			Qloss	63,787.060
	Total	637,870.602	Total	637,870.602

9. Screener (H-420)



Gambar IV.23. Blok Diagram Screener (H-420)

Tabel IV.24 Neraca Energi Screener (H-420)

Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<30>	NaCl	38,877.22	58.5	664.568	827.090	549,657.544
	CaSO4	7.209	136	0.053	1,728.622	91.624
	MgCl	7.546	95	0.079	1,263.756	100.382
	KCl	71.106	74.5	0.954	827.420	789.729
	NaBr	8.415	103	0.082	852.797	69.675
	H ₂ O	91.008	18	5.056	4,623.146	23,374.589
Sub Total						574,083.542

Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_T C_p dT_{ref}$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<31>	NaCl	19,438.61	58.5	332.284	744.804	247,486.525
	CaSO4	3.604	136	0.027	1,553.910	41.182
	MgCl	3.773	95	0.040	1,138.578	45.219
	KCl	35.553	74.5	0.477	745.193	355.624

	NaBr	4.208	103	0.041	768.370	31.389
	H ₂ O	45.504	18	2.528	4,105.091	10,377.655
Sub Total						258,337.594
Energi Aliran Keluar						
Aliran	Komponen	Massa (kg)	BM	kmol	$\int_{T_{ref}}^T C_p dT$ (kkal/kmol)	ΔH (kkal)
<32>	NaCl	19,438.61	58.5	332.284	744.804	247,486.525
	CaSO ₄	3.604	136	0.027	1,553.910	41.182
	MgCl	3.773	95	0.040	1,138.578	45.219
	KCl	35.553	74.5	0.477	745.193	355.624
	NaBr	4.208	103	0.041	768.370	31.389
	H ₂ O	45.504	18	2.528	4,105.091	10,377.655
Sub Total						258,337.594
Total						516675.1874

Neraca Energi (J-420)				
Energi Masuk (kkal)			Energi Keluar (kkal)	
1	ΔH Aliran masuk	574,083.542	ΔH Aliran keluar	516,675.187
			Qloss	57,408.354
	Total	574,083.542	Total	574,083.542

BAB V

DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Spesifikasi alat dan daftar harga alat yang digunakan dalam pabrik garam industri ini adalah sebagai berikut :

Tabel V.1 Spesifikasi Kolam Penampungan (F-111)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Kolam Penampungan (F-111)	
Fungsi	Tempat penampungan air laut sementara	
Bahan	Beton bertulang	
Kapasitas	2.749.821,106	kg
Panjang	70	meter
Lebar	50	meter
Tinggi	20	meter
Jumlah	1	unit
Harga	401.093,224	\$

Tabel V.2 Spesifikasi Pompa Menuju Tangki Flokulator (L-112)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Pompa (L-112)
Fungsi	Untuk memompa air laut dari kolam penampung ke Tangki Flokulator
Type	Centrifugal pump
Jumlah	14 unit
Bahan	Stainless steel 304
Kapasitas	458.303,518 kg/jam
Diameter pipa	18 in IPS sch.40
Panjang pipa	83,5 m
Head pompa	19,198 lbf.ft/lbm
Efisiensi pompa	85%
Efisiensi motor	90%
Power pompa	18,80 hp
Harga	619.509,92 \$

Tabel V.3 Spesifikasi Tangki Flokulator (M-110)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki Flokulator (M-110)
Fungsi	Sebagai tempat pembentukan flok impurities pada air laut
Bentuk	Silinder dengan tutup atas <i>standard dished head</i> dan bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut puncak 120°.

Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	7 unit
Pdesign	19,486 psi
Diameter dalam tangki (ID)	7,509 m
Diameter luar tangki (OD)	7,520 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	0,307 m
Tinggi liq dlm tangki (Hb)	13,842 m
Tinggi silinder (Ls)	9,144 m
Tinggi tutup atas (T dish)	1,030 m
Tinggi tutup bawah (T con)	1,769 m
Tinggi tangki	11,943 m
Tebal silinder (ts)	0,009 m
Tebal tutup atas (tha)	0,010 m
Tebal tutup bawah (thb)	0,011 m
Pengaduk	
Type	flat six blade turbine with disk
Jumlah	7 unit
Power	110 hp
Diameter agitator (Da)	1,822 m
Panjang pengaduk (L)	0,456 m
Lebar pengaduk (W)	0,364 m

Jarak dari dasar (C)	2,503 m
Kecepatan putaran (N)	50 rpm
Harga	7.514.959,47 \$

Tabel V.4 Spesifikasi Tangki NaOCl (F-113)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki NaOCl (F-113)
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan NaOCl
Bentuk	Silinder berbentuk course dengan tutup atas <i>conical</i>
Kapasitas	14.846,532 m ³
Bahan	tipe 410 grade A (SA 240)
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	1 unit
Pdesign	48,205 psi
Diameter dalam tangki (ID)	6,080 m
Diameter luar tangki (OD)	6,096 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	30,292 m
tebal dasar tanki	0,008 m
Tinggi silinder (Ls)	7,620 m
Tinggi tutup atas (T cone)	1,762 m
Tinggi tangki	9,382 m
Tebal silinder (ts) (course 1)	0,008 m

Tebal silinder (ts) (course 2)	0,006 m
Tebal silinder (ts) (course 3)	0,005 m
Tebal silinder (ts) (course 4)	0,005 m
Tebal tutup atas (tha)	0,038 m
Harga	28.700,07 \$

Tabel V.5 Spesifikasi Dosing Pump NaOCl (L-114)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	<i>Dosing Pump</i> NaOCl (L-114)
Fungsi	Untuk memompa NaOCl ke tangki Flokulator M-110
Type	Dosing Pump
Jumlah	14 unit
Sistem	<i>Digital Electronic</i>
Kapasitas	30,44 kg/jam
Tegangan	220 - 230 V
Efisiensi pompa	60%
Power pompa	0,20 hp
Harga	120.288,75 \$

Tabel V.6 Spesifikasi Tangki FeCl₃ (F-113)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki FeCl ₃ (F-115)
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan FeCl ₃
Bentuk	Silinder berbentuk course dengan tutup atas <i>conical</i>
Kapasitas	39.032,244 m ³

Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Bahan	tipe 410 grade A (SA 240)
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Jumlah	1 unit
Pdesign	373,439 psi
Diameter dalam tangki (ID)	15,192 m
Diameter luar tangki (OD)	182,880 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	136,980 m
tebal dasar tangki	0,008 m
Tinggi silinder (Ls)	7,620 m
Tinggi tutup atas (T cone)	0,000 m
Tinggi tangki	7,620 m
Tebal silinder (ts) (course 1)	0,024 m
Tebal silinder (ts) (course 2)	0,024 m
Tebal silinder (ts) (course 3)	0,021 m
Tebal silinder (ts) (course 4)	0,019 m
Tebal silinder (ts) (course 5)	0,016 m
Tebal silinder (ts) (course 6)	0,013 m
Tebal silinder (ts) (course 7)	0,011 m
Tebal silinder (ts) (course 8)	0,010 m

Tebal silinder (ts) (course 9)	0,006 m
Tebal tutup atas (tha)	0,035 m
Harga	28.585,73 \$

Tabel V.7 Spesifikasi Dosing Pump FeCl₃ (L-116)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	<i>Dosing Pump</i> FeCl ₃ (L-116)
Fungsi	Untuk memompa FeCl ₃ ke aliran air laut
Type	Dosing Pump
Jumlah	14 unit
Sistem	<i>Digital Electronic</i>
Kapasitas	68,72 kg/jam
Tegangan	220 - 230 V
Efisiensi pompa	60%
Power pompa	0,20 hp
Harga	210.505,31 \$

Tabel V.8 Spesifikasi Pompa Menuju Clarifier H-120 (L-121)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	<i>Pompa</i> (L-121)
Fungsi	Untuk memompa air laut menuju <i>clarifier</i>
Type	Centrifugal Pump
Jumlah	14 unit
Bahan	Stainless steel 304
Kapasitas	458.157,82 kg/jam
Diameter pipa	14 in IPS sch. 40

Panjang pipa	32,4 m
Head pompa	14,02 lbf.ft/lbm = 41,916 J/kg
Efisiensi pompa	72%
Efisiensi motor	84%
Power pompa	11,82 hp
Harga	619.509,92 \$

Tabel V.9 Spesifikasi Clarifier (H-120)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	<i>Clarifier</i> (H-120)
Fungsi	menangkap pengotor yang ada dalam feed berupa pasir
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Bahan	Type 410, Grade A (SA-240), Stainless Steel
Jumlah	1 unit
Pdesign	6,854 psi
Diameter dalam tangki (ID)	89,625 m
Diameter luar tangki (OD)	90 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	4,247 m
Tinggi silinder (Ls)	0,353 m
Tinggi tutup bawah (T con)	3,647 m
Tinggi total	4 m
Tebal silinder (ts)	0,375 in
Tebal tutup bawah (thb)	0,188 in

Rpm	2
torsi	60.750,0 N.m
energi motor	25,434 kWh
Harga	1.029.657,96 \$

Tabel V.10 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-122)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki Penampungan Air Laut Setelah Clarifier (F-122)
Fungsi	Menampung produk Clarifier sebelum menuju Sand Filter I
Bentuk	Silinder dengan tutup atas <i>standard dished head</i> dan bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut puncak 120°
Bahan	Tipe 309, Grade 8 (SA-167),
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Jumlah	1 unit
Pdesign	27,291 psi
Diameter dalam tangki (ID)	6,083 m
Diameter luar tangki (OD)	13,381 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	16,910 m
Tinggi liq dlm tangki (Hb)	18,670 m
Tinggi silinder (Ls)	9,144 m
Tinggi tutup atas (T dish)	1,030 m

Tinggi tutup bawah (T con)	1,760	m
Tinggi tangki	12,088	m
Tebal silinder (ts)	0,015	m
Tebal tutup atas (tha)	0,013	m
Tebal tutup bawah (thb)	0,017	m
Nozzle	8	in sch. 40
Harga	28.928,76	\$

Tabel V.11 Spesifikasi Pompa Menuju Sand Filter I (L-131)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Pompa (L 131)
Fungsi	Untuk memompa aliran menuju <i>sand filter I</i>
Type	Centrifugal Pump
Jumlah	8 unit
Bahan	Stainless steel 304
Kapasitas	914.336,206 kg/jam
Diameter pipa	14 in IPS sch. 80
Panjang pipa	44,90 m
Head pompa	11,6 lbf.ft/lbm = 34,702 J/kg
Efisiensi pompa	85%
Efisiensi motor	93%
Power pompa	10,50 hp
Harga	354.005,67 \$

Tabel V.12 Spesifikasi Tangki Na₂S₂O₅ (F-132)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki Na ₂ S ₂ O ₅ (F-132)
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan Na ₂ S ₂ O ₅
Bentuk	Silinder berbentuk course dengan tutup atas <i>conical</i>
Bahan	tipe 410 grade A (SA 240)
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	1 unit
Pdesign	0,034 psi
Diameter dalam tangki (ID)	3,032 m
Diameter luar tangki (OD)	3,048 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	0,833 m
tebal dasar tangki	0,008 m
Tinggi silinder (Ls)	3,658 m
Tinggi tutup atas (T cone)	0,881 m
Tinggi tangki	4,539 m
Tebal silinder (ts) (course 1)	0,0048 m
Tebal silinder (ts) (course 2)	0,005 m
Tebal tutup atas (tha)	0,019 m
Harga	28.585,73 \$

Tabel V.13 Spesifikasi Dosing Pump Na₂S₂O₅ (L-133)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	<i>Dosing Pump</i> Na ₂ S ₂ O ₅
Fungsi	Untuk memompa Na ₂ S ₂ O ₅ ke aliran air laut
Type	Dosing Pump
Jumlah	8 unit
Sistem	<i>Digital Electronic</i>
Kapasitas	3,92 kg/jam
Tegangan	220 - 230 V
Efisiensi pompa	60%
Power pompa	0,20 hp
Harga	120.288,75 \$

Tabel V.14 Spesifikasi Sand Filter I (H-130)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Sand Filter I (H-130)
Fungsi	menangkap pengotor yang ada dalam feed berupa pasir
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bagian bawah berbentuk <i>standard dished head</i>
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>
Bahan	tipe 310 grade 10 nomor SA-167
Jumlah	4 unit
Kapasitas	685.752,15 kg/jam
P _{design}	35,76 psig
Diameter dalam tangki (ID)	238,75 in
Diameter luar tangki (OD)	240 in

Tinggi liq dlm silinder (LL)	866,98	in
Tinggi silinder (Ls)	1.066,76	in
Tinggi tutup bawah	40,56	in
Tebal silinder (ts)	0,63	in
Tebal tutup bawah (thb)	0,67	in
tinggi filter media antracite	500	mm
tinggi filter media sand	400	mm
jeni media filtrasi	sand	
Tinggi tutup atas	40,56	in
Harga	369.556,30	\$

Tabel V.15 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-134)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Tangki Penampungan Air Laut keluaran Sand Filter I	
Fungsi	Menampung produk dari Sand Filter I	
Bentuk	Silinder dengan tutup atas <i>standard dished head</i> dan bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut puncak 120°	
Bahan	Tipe 309, Grade 8 (SA-167), Stainless Steel	
Pengelasan	Double welded butt joint	
Jumlah	4	unit
Pdesign	10,592	psi
Diameter dalam tangki (ID)	10,621	m
Diameter luar tangki (OD)	13,421	m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	15,181	m

Tinggi silinder (Ls)	9,144	m	
Tinggi tutup atas (T dish)	1,030	m	
Tinggi tutup bawah (T con)	1,760	m	
Tinggi tangki	12,114	m	
Tebal silinder (ts)	0,011	m	
Tebal tutup atas (tha)	0,009	m	
Tebal tutup bawah (thb)	0,012	m	
nozzle	8	in sch.	40
Harga	114.342,92		\$

Tabel V.16 Spesifikasi Pompa Menuju Sand Filter II (L-141)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Pompa (L-141)		
Fungsi	Untuk memompa aliran menuju <i>sand filter</i>		
Type	Centrifugal Pump		
Jumlah	8 unit		
Bahan	Stainless steel 304		
Kapasitas	685.748,10	kg/jam	
Diameter pipa	14	in IPS sch.	80
Panjang pipa	34,9	m	
Head pompa	11,567	lbf.ft/lbm	= 34,584 J/kg
Efisiensi pompa	85%		
Efisiensi motor	90%		
Power pompa	8,11	hp	
Harga	354.005,67		\$

Tabel V.17 Spesifikasi Sand Filter II (H-140)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Sand Filter II (H-140)	
Fungsi	menangkap pengotor yang ada dalam feed berupa pasir	
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bagian bawah berbentuk <i>standartd dished head</i>	
Pengelasan	<i>Double welded butt joint</i>	
Bahan	Tipe 310 grade 10 nomor SA-167	
Jumlah	4	unit
Kapasitas	685.748,10	kg/jam
P_{design}	36,59	psig
Diameter dalam tangki (ID)	238,75	in
Diameter luar tangki (OD)	240	in
Tinggi liq dlm silinder (LL)	883,33	in
Tinggi silinder (Ls)	1.089,54	in
Tinggi tutup bawah	40,56	in
Tebal silinder (ts)	0,63	in
Tebal tutup bawah (thb)	0,13	in
tinggi filter media sand	800	mm
jeni media filtrasi	sand	
Tinggi tutup atas	40,56	in
Harga	369.556,30	\$

Tabel V.18 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-142)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Tangki Penampungan Air Laut Setelah Sand Filter II (F-142)	
Fungsi	Menampung produk dari Sand Filter 2	
Bentuk	Silinder dengan tutup atas <i>standard dished head</i> dan bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut puncak 120°.	
Bahan	Tipe 309, Grade 8 (SA-167), Stainless steel	
Pengelasan	Double welded butt joint	
Jumlah	1	unit
Pdesign	34,385	psi
Diameter dalam tangki (ID)	16,815	m
Diameter luar tangki (OD)	16,859	m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	21,305	m
Tinggi liq dlm tangki (Hb)	23,065	m
Tinggi silinder (Ls)	9,144	m
Tinggi tutup atas (T dish)	1,030	m
Tinggi tutup bawah (T con)	1,760	m
Tinggi tangki	12,114	m
Tebal silinder (ts)	0,014	m
Tebal tutup atas (tha)	0,012	m

Tebal tutup bawah (thb)	0,017	m
nozzle	8	in sch. 40
Harga	28871,59	\$

Tabel V.19 Spesifikasi Pompa Menuju Nanofiltrasi (L-211)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Pompa Menuju Nanofiltrasi (L-211)
Fungsi	Untuk memompa larutan menuju NanoFiltrasi (H-210)
Type	Centrifugal Pump
Jumlah	12 unit
Bahan	Stainless steel 304
Kapasitas	1.401.417,702 kg/jam
Diameter pipa	18 in IPS sch. 40
Panjang pipa	23 m
Head pompa	10,741 lbf.ft/lbm = 32,116 J/kg
Efisiensi pompa	72%
Efisiensi motor	84%
Power pompa	27,71 hp
Harga	824.641,11 \$

Tabel V.20 Spesifikasi Nanofiltrasi (H-210)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Nanofiltrasi (H-210)
Fungsi	Memisahkan impurities berupa garam-garam dengan bervalensi ≥ 2 dari umpan brine
Jumlah	6 unit
Jenis Vessel	Silinder datar
Silinder datar	6
Tekanan Operasi	600,0 psi
Temperatur Operasi:	30 °C
Panjang/modul	2,299 m
Diameter modul	0,206 m
Diameter permeate port	0,029 m
Diameter concentrate port	0,038 m
Jenis Element Membran	<i>Nano-SW</i>
Jenis Kofigurasi	<i>Spiral Wound</i>
Jenis polimer membrane	Composite Polyamide
Luas area aktif, AE	35 ft ² (10 m ²)
Tekanan maksimum	1200 psi (8.27 MPa)
Temperatur maksimum	45 °C
Luas Membran	8,459 m ²
Harga	9.002.580,00 \$

Tabel V.21 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-212)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Tangki Penampungan Air Laut Setelah Nanofiltrasi (F-212)		
Fungsi	Menampung produk dari Nanofiltrasi		
Bentuk	Silinder dengan tutup atas <i>standard dished head</i> dan bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut puncak 120°.		
Bahan	Tipe 309, Grade 8 (SA-167), Stainless steel		
Pengelasan	Double welded butt joint		
Jumlah	6	unit	
Pdesign	15,729	psi	
Diameter dalam tangki (ID)	4,251	m	
Diameter luar tangki (OD)	4,267	m	
Tinggi liq dlm silinder (LL)	9,807	m	
Tinggi liq dlm tangki (Hb)	11,039	m	
Tinggi silinder (Ls)	6,401	m	
Tinggi tutup atas (T dish)	0,721	m	
Tinggi tutup bawah (T con)	1,232	m	
Tinggi tangki	8,508	m	
Tebal silinder (ts)	0,007	m	
Tebal tutup atas (tha)	0,008	m	
Tebal tutup bawah (thb)	0,006	m	
Nozzle	8	in sch.	40
Harga	171.514,37		\$

Tabel V.22 Spesifikasi Pompa Menuju Reverse Osmosis (L-221)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Pompa menuju Reverse Osmosis (L-221)
Fungsi	Untuk memompa air laut menuju Reverse Osmosis
Type	Centrifugal Pump
Jumlah	12 unit
Bahan	Stainless steel 304
Kapasitas	531.770,93 l kg/jam
Diameter pipa	12 in IPS sch. 40
Panjang pipa	17 m
Head pompa	28,09 lbf.ft/lbm = 83,98 J/kg
Efisiensi pompa	75%
Efisiensi motor	90%
Power pompa	23,43 hp
Harga	1.234.903,49 \$

Tabel V.23 Spesifikasi membran Reverse Osmosis (H-220)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Membrane Reverse Osmosis (H-220)
Fungsi	Memisahkan impurities berupa garam-garam serta memekatkan larutan
Jumlah	6 unit
Jenis Vessel	Silinder datar
Bahan Konstruksi	<i>Epoxy Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP)</i>
Tekanan Operasi	650 psi = 30,62 atm
Temperatur Operasi:	30 °C
Panjang/modul	8,765 m
Diameter modul	0,206 m
Diameter permeate port	0,029 m

Diameter concentrate port	0,038 m
Jenis Element Membran	<i>SWC6 MAX</i>
Jenis Kofigurasi	<i>Spiral Wound</i>
Jenis polimer membrane	<i>Composite Polyamide</i>
Luas area aktif, AE	440 ft ² (40,8 m ²)
Tekanan maksimum	1200 psi (8.27 MPa)
Temperatur maksimum	45 °C
Luas Membran	189,22 m ²
Harga	16.800.000,00 \$

Tabel V.24 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-222)

Keterangan	Spesifikasi
Fungsi	Menampung produk dari membran Reverse Osmosis
Bentuk	Silinder dengan tutup atas <i>standard dished head</i> dan bawah berbentuk <i>conical</i> dengan sudut puncak 120°.
Bahan	Type 316, Grade M (SA-240), Stainless Steel
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	1 unit
Pdesign	13,068 psi
Diameter dalam tangki (ID)	4,255 m
Diameter luar tangki (OD)	4,267 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	7,074 m

Tinggi liq dlm tangki (Hb)	8,306	m	
Tinggi silinder (Ls)	6,401	m	
Tinggi tutup atas (T dish)	0,721	m	
Tinggi tutup bawah (T con)	1,232	m	
Tinggi tangki	8,508	m	
Tebal silinder (ts)	0,006	m	
Tebal tutup atas (tha)	0,008	m	
Tebal tutup bawah (thb)	0,006	m	
Nozzle	8	in sch.	40
Harga	46.023,02		\$

Tabel V.25 Spesifikasi Pompa Menuju Evaporator V-310 (L-223)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Pompa (L-223)		
Fungsi	Memompa brine menuju Evaporator (V-310)		
Type	Centrifugal Pump		
Jumlah	4 unit		
Bahan	Stainless steel 304		
Kapasitas	229853,49	kg/jam	
Diameter pipa	10	in IPS sch.	40
Panjang pipa	17	m	
Head pompa	16,91	lbf.ft/lbm	= 50,566 J/kg
Efisiensi pompa	72%		
Efisiensi motor	90%		
Power pompa	17,79	hp	
Harga	177.002,83		\$

Tabel V.26 Spesifikasi Evaporator Crystalizer (V-310)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Evaporator (V-310)	
Fungsi	Mengurangi kandungan air pada larutan brine hingga kondisi saturated dan membentuk kristal-kristal garam NaCl	
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel	
Kapasitas	229.853,490	kg/jam
Jumlah	2 unit	
Bagian Pemanas :		
Luas perpindahan panas	621,03	m ²
Ukuran tube	1,50	in BWG 18, 20 ft
Banyak Tube	852	buah
Ukuran Pitch	1,8750	in
Panjang Shell	6,554	m
Diameter Shell	1,5240	m
Bagian Inlet Feed :		
Panjang Drum	8,13	m
Diameter Drum	4,42	m
Tebal Silinder	0,005	m
Tebal Tutup	0,005	m
Panjang total	14,680	m
Harga	1.785.578,98	\$

Tabel V.27 Spesifikasi Barometric Condenser (E-311)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama Alat	Barometric Condensor (E-311)		
Fungsi	Mengkondensasikan uap dari Evaporator		
Tipe	Counter-current dry air condenser		
Bahan	Carbon steel SA 283 Grade B		
Laju uap	107.695,29	kg/jam	
Laju air pendingin	275.021,56	kg/jam	
Tinggi kondensor	3,655	m	
Diameter kondensor	4,9	m	
Tinggi Barometric Leg	0,308	ft =	0,094 m
Jumlah	1	unit	
Harga	43.907,68	\$	

Tabel V.28 Spesifikasi Steam Jet Ejector (G-312)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Steam Jet Ejector (G-312)		
Fungsi	Menarik gas-gas yang tidak terkondensasi pada Barometric condenser		
Material	Carbon Steel SA 283 Grade C		
Jumlah	1 unit		
Tipe	Single stage jet		
Kebutuhan steam	10.792,208	kg/jam	
Harga	98.000,000	\$	

Tabel V.29 Spesifikasi Tangki Hot Well (F-313)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki Hot Well (F-313)
Fungsi	Untuk menampung kondensat dari barometric condensor dan steam jet ejector
Bentuk	Balok
Panjang	25,034 ft = 7,63 m
Lebar	12,517 ft = 3,815 m
Tinggi	12,517 ft = 3,815 m
Bahan	Beton
Jumlah	1 buah
Harga	103.022,97 \$

Tabel V.30 Spesifikasi Centrifuge (H-320)

Keterangan	Spesifikasi
Nama Alat	Centrifuge type disk (H-320)
Fungsi	Memisahkan kristal garam dengan pelarutnya
Diameter bowl	7 inch =0.178 m
Diameter disk	4.1inch =0.104 m
Jumlah disk	33unit
Kec. Putar	10000 rpm
Power motor	0.4hp
Jumlah	1 unit
Harga	103,366.00 \$

Tabel V.31 Belt Conveyor (J-331)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Belt Conveyor (J-331)	
Fungsi	Menyalurkan kristal dari centrifuge menuju rotary dryer	
Tipe	Belt Filter conveyor	
Kapasitas	42,033	ton/jam
Lebar belt	1,327	m
Panjang Conveyor	17,5	m
Speed	2259,48	meter/jam (operasi)
Daya power	0,885	hp
Jumlah	1	unit
Harga	15.700,00	\$

Tabel V.32 Spesifikasi Rotary Dryer (B-330)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Rotary Dryer (B-330)	
Fungsi	mengeringkan kristal garam dengan menggunakan udara panas	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	7.018,85	kg/jam
Inside Diameter Dryer	3,677	m
Outside Diameter Dryer	3,693	m
Panjang Dryer	51,248	m
Kecepatan Putar Dryer	2,487	rpm
Waktu Tinggal	152,594	menit

Jumlah Flight	38	buah
Tinggi Flight	0,460	m
Tebal Flight	0,006	m
Power	123,640	kW
Harga	585.435,73	\$

Tabel V.33 Spesifikasi Blower (G-332)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Blower (G-332)	
Fungsi	Menghembuskan udara ke air heater	
Jumlah	1	unit
Type	Centrifugal	
Volumetric rate	133.657,21	m ³ /jam
Diameter fan	65	cm
Power	19,06	kwh
RPM	975	
Harga	76.495,41	\$

Tabel V.34 Spesifikasi Air Heater (E-333)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama Alat	Air Heater (E-333)	
Fungsi	Memanaskan udara yang akan masuk ke heater	
Type	Spiral Element	
Kapasitas	155.630,452	kg
Surface Area	149,146	cm ²
wire diameter	17,78	cm
Inside Coil Diameter	50	cm
Length of wire	6,01	m

Length of closed wound coil	0,50	m
Harga	278.882,37	\$

Tabel V.35 Spesifikasi Cyclone (H-334)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Cylone (H-334)		
Fungsi	Menangkap debu-debu halus produk(>600mikron).		
Kecepatan gas masuk	20	m/s	= 1200 meter/menit
Dimensi Cyclone			
Bc	0,189	m	
Dc	0,754	m	
De	0,377	m	
Hc	0,377	m	
Lc	1,509	m	
Sc	0,094	m	
Zc	1,509	m	
Jc	0,189	m	
Harga	23.097,27	\$	

Tabel V.36 Spesifikasi Belt Conveyor (J-411)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Belt conveyor (J-411)		
Fungsi	Menyalurkan kristal ke Bucket elevator		
Tipe	Belt Filter conveyor		
Kapasitas	38,631	ton/jam	
Lebar belt	1,327	m	
Panjang Conveyor	17,5	m	
Speed	2.076,63	meter/jam (operasi)	

Daya power	0,813	hp
Jumlah	1	unit
Harga	14.800,00	\$

Tabel V.37 Spesifikasi Exhaust Fan (G-335)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Exhaust Fan (G-335)	
Fungsi	menarik udara bersih keluar cyclone untuk dibuang ke udara bebas	
Jumlah	1	unit
Type	Centrifugal	
Volumetric rate	659,17	m ³ /jam
Diameter fan	55	cm
Power	0,098	kwh
RPM	1440	
Harga	12.120,35	\$

Tabel V.38 Spesifikasi Bucket Elevator (J-412)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama Alat	Bucket Elevator (J-412)	
Fungsi	Menyalurkan kristal NaCl ke Crusher	
Type	Centrifugal discharge bucket	
Bucket size	6 x 4 x 4,25	in
Bucket spacing	12	in
Kapasitas	27	ton/h
Size of lump handled	0,75	in
Bucket speed	225	ft/min
rpm head shaft	43	r/min

hp head shaft	1	hp		
Power motor	1,38	hp		
Elevator center	25	ft		
Jumlah	1	unit		
Shaft diameter	Head	=	1,938	in
	Tail	=	1,688	in
Pulley diameter	Head	=	20	in
	Tail	=	14	in
Belt width	7	in		
Harga	58.086,20		\$	

Tabel V.39 Spesifikasi Crusher (C-410)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Crusher (C-410)		
Model	Hammer mill		
Model	1 Swing Sledge		
Grating Space	1 -4 in		
Kapasitas	12 - 15 ton		
power	40	hp	
Panjang	5ft 1 in		
Lebar	5 ft 8 in		
Lebar Dalam	20	in	
ID	30	in	
Feed opening	17 x 20	in	
Pulley speed	1000	rpm	
Screen analysis Product			
50 mesh	=	50%	
Harga	120.000,00		\$

Tabel V.40 Spesifikasi Screener (H-420)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Screener (H-420)	
Tipe	<i>High Speed Vibrating Screen</i>	
Material	Carbon steel	
Kapasitas	39.062,50	kg/jam
Jumlah	1	unit
Area	69,063	m ²
Sieve opening	0,00030	m
Diameter wire	0,00011	m
Ukuran screen	4 x 4,1	m
Kapasitas	39.062,500	kg/jam
Harga	103.709,02	\$

Tabel V.41 Spesifikasi Belt Conveyor (J-421) dan (J-422)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Belt Conveyor (J-421) dan (J-422)	
Fungsi	Menyalurkan kristal ke tangki produk sebagai tempat penyimpanan produk garam	
Tipe	Belt Filter conveyor	
Kapasitas	19.531,250	ton/jam
Lebar belt	1,327	m
Panjang Conveyor	17,5	m
Speed	1.049,900	meter/jam (operasi)
Daya power	0,411	hp
Jumlah	2	unit
Harga	14.800,00	\$

Tabel V.42 Spesifikasi Tangki Produk Fine Salt (F-423)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Fine Salt Bin (F-423)	
Fungsi	Menampung produk Fine Salt sebelum dikemas	
Bahan	type 316, grade M (SA-240)	
Kapasitas	19.531,25	kg/jam
Diameter dalam (ID)	1,359	meter
Tinggi Tangki	2,344	meter
Diameter luar (OD)	1,372	meter
Jumlah	1	unit
Harga	28.814,41	\$

Tabel V.43 Spesifikasi Tangki Produk Rough Salt (F-424)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Rough Salt Bin (F-424)	
Fungsi	Menampung produk Rough Salt sebelum dikemas	
Bahan	type 316, grade M (SA-240)	
Kapasitas	19.531,25	kg/jam
Diameter dalam (ID)	1,362	meter
Tinggi Tangki	2,344	meter
Diameter luar (OD)	1,372	meter
Jumlah	1	unit
Harga	28.814,41	\$

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain POT (*Pay Out Time*), NPV (*Net Present Value*), BEP (*Break Even Point*) dan Analisa kepekaan (sensitifitas). Selain yang tersebut diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

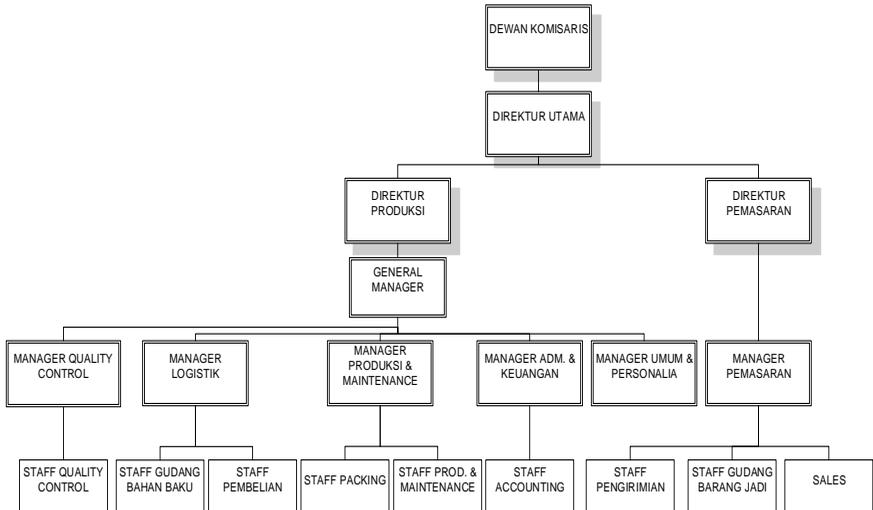
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Garam Industri ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang direncanakan dalam pra desain pabrik ini adalah garis dan staf, yang merupakan kombinasi dari pengawasan secara langsung dan spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
- Masing-masing manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
- Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur seperti yang terlihat pada Gambar 6.1 berikut:



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham.

Tugas Dewan Komisaris :

- Menunjuk Direktur Utama
- Mengawasi Direktur dan berusaha agar tindakan Direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan. Tugas Direktur Utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengevaluasi program kerja/rencana kerja yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggung jawabkan kepada Dewan Komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

3. Direktur Produksi

Direktur bertanggung jawab ke Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya dan membawahi secara langsung General Manager baik yang berhubungan dengan personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi. Tugas Direktur Produksi :

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan produksi maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Mengawasi unit produksi melalui General Manager, dan bagian yang bersangkutan.
- Mengendalikan proses produksi, seperti mengadakan penggantian alat produksi.
- Menentukan kapasitas produksi baik menaikkan atau menurunkan kapasitas.

4. Direktur Pemasaran

Direktur Pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Tugas Direktur Pemasaran adalah :

- Memperkenalkan jenis produk yang dibuat oleh perusahaan melalui berbagai media yang dibuat oleh perusahaan.
- Membuat rencana pemasaran.
- Melakukan kontrak penjualan dengan konsumen serta meninjau penjualan dan membatalkan penjualan jika terjadi ketidaksesuaian dengan kontrak.
- Melaporkan segala kegiatan yang bersangkutan dengan pemasaran kepada Direktur Utama.

- Mengontrol laporan *stock* guna mencapai keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.
- Menetapkan harga produk.

5. General Manager

General Manager bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung Manager Quality Control (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan Maintenance, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas General Manager adalah :

- Mengadakan pengawasan terhadap semua lini kegiatan.
- Memberikan pengarahan kepada bawahan tentang tugas dan tanggung jawab masing-masing.
- Mengadakan evaluasi secara berkala terhadap semua lini.
- Mengadakan usulan kepada Direktur tentang peningkatan skill karyawan.
- Mengadakan penilaian terhadap penanggung jawab semua lini.

6. Manager Quality Control (QC)

Manager Quality Control membawahi staff quality control (QC). Tugas Manager Quality Control adalah :

- Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.

- Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
- Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.
- Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.
- Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.

7. Manager Logistik

Manager Logistik membawahi staff gudang bahan baku dan staff pembelian. Manager Logistik bertugas memberikan perintah kerja dan mengawasi langsung semua kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku tambahan sesuai standar dan penyerahannya ke bagian produksi serta kegiatan penyimpanan bahan baku tambahan tersebut.

8. Manager Produksi & Maintenance

Manager Produksi & Maintenance membawahi staff Packing dan staff production & maintenance. Tugas manager Produksi & Maintenance adalah :

- Mengawasi pelaksanaan proses produksi.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian yang terkait.
- Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
- Mengevaluasi setiap bagian mengenai hasil pekerjaan, skill pekerja serta peningkatannya.
- Mengatur jadwal perbaikan / perawatan mesin produksi.
- Menyiapkan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengemasan (plastic, lem, karton, benang jahit untuk karung, dsb)
- Mengevaluasi mutu dan jumlah hasil packing yang dikerjakan bawahan.

9. Manager Umum & Personalia

Manager Umum & Personalia berhubungan dengan karyawan-karyawan tidak tetap seperti Satuan Pengaman (Satpam). Tugas Manager Umum & Personalia adalah :

- Mengadakan pengecekan rekapan gaji atau upah untuk karyawan.
- Mengadakan pengecekan absensi dan lembur untuk karyawan.
- Mengadakan koordinasi dengan bagian produksi dalam hal meningkatkan kemampuan kerja dan disiplin kerja setiap karyawan.
- Melakukan teguran atau peringatan terhadap karyawan yang melakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodik terhadap ruang kantor, ruang produksi, atau ruang kerja dalam hal kebersihan, kerapian, dan lain sebagainya.

10. Manager Administrasi & Keuangan

Manager Administrasi & Keuangan membawahi staff Accounting. Tugas Manager Administrasi & Keuangan adalah :

- Memeriksa laporan keuangan pabrik.
- Membuat laporan kas barang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan bukti bukti yang sudah ada.
- Membukukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

11. Manager Pemasaran

Manager Pemasaran membawahi staff pengiriman, staff gudang barang jadi dan sales. Tugas dari Manager Pemasaran adalah :

- Mengontrol laporan stok garam jadi supaya terjadi keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi garam industri dari air laut diuraikan pada **Tabel VI.1** sebagai berikut :

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Industri

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1.	Dewan Komisaris				1	5
2.	Direktur Utama				1	1
3.	Direktur Produksi				1	1
4.	Direktur Pemasaran				1	1
5	Direktur Keuangan				1	1
6	Direktur SDM				1	1
7	Sekretaris			10		10
8	Kepala Bagian					
	a. Proses			6		6
	b. Quality Control			6		6
	c. Promosi			5		5
	d. Penjualan			15		15
	e. Pembukuan			5		5
	f. Pengelolaan dana			4		4
	g. Kepegawaian			10		10
9	Dokter			3		3

10	Perawat		5			5
11	Karyawan					
	a. Proses	10	25	15		50
	b. Quality Control		15	15		30
	c. Promosi	8	10	2		20
	d. Penjualan	5	15	10		30
	e. Pembukuan	2	6	2		10
	f. Pengelolaan dana		4	6		10
	g. Kepegawaian	4	6	20		30
12	Supervisor					
	a. Produksi		3	5		8
	b. Non produksi		3	7		10
13	Sopir	8				8
14	Cleaning Service	20				20
15	Karyawan Tidak Tetap	20	25	15		50
Total		77	117	165	6	365

Pabrik Garam Industri ini menggunakan basis 320 hari kerja per tahun dengan waktu 24 jam kerja per hari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem *shift* karyawan dan sistem *day shift* karyawan.

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 08.00 – 17.00

Sabtu : 08.00 – 15.00

Istirahat :

Senin – Kamis & Sabtu : 12.00 – 13.00

Jum'at : 11.30 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *supervisor*, *operator* dan *security*. *Shift* direncanakan dilakukan tiga kali sehari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut :

Shift I : 07.00 - 15.00

Shift II : 15.00 - 23.00

Shift III: 23.00 – 07.00

Pengantian shift dilakukan sesuai aturan *International Labour Organization* yaitu sistem *metropolitan rota* atau biasa disebut 2-2-2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 shift dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat disajikan dalam Tabel VI.2 sebagai berikut:

Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
Shift							
I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

VI.1.4 Status Karyawan dan Pemberian Gaji

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga shut down, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

Tabel VI.3 Perincian jumlah dan Pembagian Gaji Karyawan

No	Jabatan	Gaji / Bulan (Rp.)	Jumlah	Jumlah / Bulan (Rp.)
1	Dewan Komisaris	65,000,000	5	325,000,000
2	Direktur Utama	110,000,000	1	110,000,000
3	Direktur Produksi	98,000,000	1	98,000,000
4	Direktur Pemasaran	98,000,000	1	98,000,000
5	Direktur Keuangan	98,000,000	1	98,000,000
6	Direktur SDM	98,000,000	1	98,000,000
7	Sekretaris	25,000,000	10	250,000,000
8	Kepala Bagian			
	a. Proses	30,000,000	6	180,000,000
	b. Quality Control	30,000,000	6	180,000,000
	c. Promosi	30,000,000	5	150,000,000
	d. Penjualan	30,000,000	15	450,000,000
	e. Pembukuan	30,000,000	5	150,000,000
	f. Pengelolaan Dana	15,000,000	4	60,000,000
	g. Kepegawaian	15,000,000	10	150,000,000

9	Dokter	7,500,000	3	22,500,000
10	Perawat	5,000,000	5	25,000,000
11	Karyawan			
	a. Proses	8,000,000	50	400,000,000
	b. Quality Control	8,000,000	30	240,000,000
	c. Promosi	8,000,000	20	160,000,000
No.	Jabatan	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah	Jumlah/Bulan (Rp)
	d. Penjualan	8,000,000	40	320,000,000
	e. Pembukuan	8,000,000	10	80,000,000
	f. Pengelolaan Dana	8,000,000	10	80,000,000
	g. Kepegawaian	8,000,000	30	240,000,000
12	Supervisor			
	a. Produksi	8,000,000	8	64,000,000
	b. Non Produksi	7,000,000	10	70,000,000
13	Sopir	4,000,000	8	32,000,000
14	Cleaning Service	4,000,000	20	80,000,000
15	Karyawan tidak tetap	3,000,000	50	150,000,000
Total			365	4,360,500,000

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Pabrik Garam Industri ini meliputi :

1. Air

Air pada pabrik ini berfungsi sebagai sanitasi, air pendingin, dan pelarut.

2. Steam

Sebagai media pemanas pabrik Garam Industri ini menggunakan *Steam*. Alasan pemilihan *Steam* adalah selain

dapat digunakan untuk range suhu yang lebih tinggi yakni 125°C, tekanan uap (*vapor pressure*) juga bisa di atur pada suhu tertentu. Pabrik Garam Industri ini menggunakan *Steam* sebagai media pemanas *reboiler* dan keperluan turbin sebagai pembangkit listrik.

3. Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik untuk proses pabrik ini berasal dari kebutuhan listrik peralatan (*heat exchanger*, pompa). Pemenuhan kebutuhan listrik melalui Sistem Pembangkit Tenaga Listrik (*Steam Turbine Generator/STG* dan atau *Gas Turbine Generator/GTG*) dan perusahaan listrik negara (PLN).

4. Bahan bakar

Pada pabrik Garam Industri ini menggunakan minyak bumi yang nantinya akan digunakan untuk keperluan operasi seperti *boiler* dan *generator*.

5. Penanganan limbah

Penangan limbah digunakan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air laut, dimana sebelum digunakan air laut perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik Garam Industri ini digunakan untuk kepentingan :

- Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi,

mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki Ca(OH)_2 , bak pengendap, bak penampung, pompa *sand filter*, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :

- a. Syarat fisik :
 - Suhu di bawah suhu udara
 - Warna jernih
 - Tidak berasa
 - Tidak berbau
 - Kekeruhan SiO_2 tidak lebih dari 1 mg / liter
 - b. Syarat kimia :
 - pH = 6.5 – 8.5
 - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO_4 , Hg, Cu dan sebagainya
 - c. Syarat bakteriologi :
 - Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
 - Bakteri *E. coli* kurang dari 1/ 100 ml
- Air proses, meliputi : air proses, air pendingin, dan air umpan *boiler*
Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi : pompa air *boiler*, bak pendingin, kation-anion *exchanger*.

VI.2.2 Unit Penyediaan Steam

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari *boiler* dan pendingin dari reaktor *autothermal*. Kebutuhan *steam* digunakan sebagai pemanas di *reboiler* dan sebagian besar dipakai

untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu suplai listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit *steam* yaitu *boiler*.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik Garam Industri ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator.

VI.2.4 Unit Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar baik untuk *boiler*.

VI.2.5 Unit Penanganan Limbah

Bagian ini mempunyai tugas antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di sekitar area pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundangan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *house keeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

VI.3 Analisa Ekonomi

VI.3.1 Asumsi Perhitungan

Dalam melakukan analisa keuangan pabrik garam industri ini, digunakan beberapa asumsi, antara lain sebagai berikut :

- Modal kerja sebesar 6 bulan biaya pengeluaran, yaitu biaya bahan baku ditambah dengan biaya operasi;
- Eskalasi harga bahan baku sebesar nilai inflasi 5 % setiap tahun;

- Eskalasi biaya operasi yang meliputi biaya bahan tambahan, biaya utilitas dan biaya tetap sebesar nilai inflasi 5 % setiap tahun;
- Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 60 % biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 40 % biaya investasi dengan bunga sebesar 10 % per tahun yang akan dibayar dalam jangka waktu 120 bulan (10 tahun);
- Penyusutan investasi alat & bangunan terjadi dalam waktu 10 tahun secara *straight line*.

VI.3.2 Analisa Keuangan

Analisa keuangan yang digunakan pada pabrik garam industri ini adalah dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik garam industri terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas /kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada Appendiks D. Tabel VI.3 berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

Tabel VI.4 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	Nilai	Keterangan
Investasi Total	213,477,403.77	USD
Pajak pendapatan	35%	/tahun
Inflasi	5%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	26.35%	/tahun
Nama Bahan	Harga Rp	Keterangan
Garam Industri	215.79	/jam
OPERASI		
Garam Industri	300,000	ton/tahun

Hari Operasi	320	hari
Modal Sendiri (60 %)	128,086,226.26	USD
Modal Pinjam (40 %)	85,390,817.51	USD

VI.3.3 Analisa Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

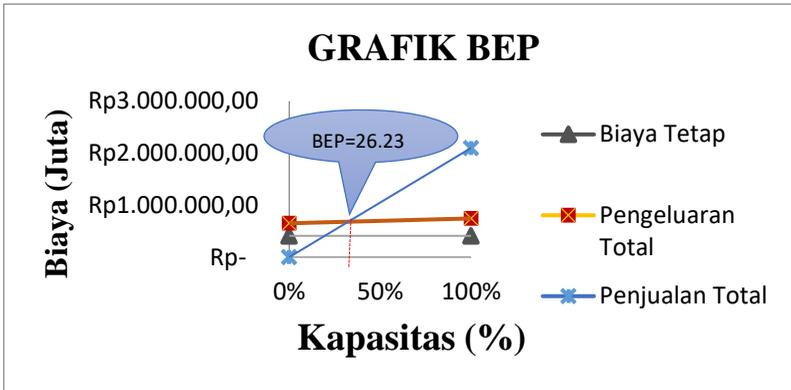
Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 26.35\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu 9.75% per tahun. Dengan harga $i = 26.35\%$ yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik garam industri ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 9.75% per tahun.

VI.3.4 Analisa Waktu Pengembalian Modal (*Payout Period / POP*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 3.3 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.3.5 Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC), Biaya variabel (VC) dan Biaya semi variabel (SVC) , untuk biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 26.23% seperti yang disajikan dalam Gambar VI.2 sebagai berikut :



Gambar VI.2 Grafik *Break Even Point (BEP)*

Tabel VI.5 Ringkasan Hasil Perhitungan Analisis Ekonomi

No	Keterangan	Unit	Jumlah
1	<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	Rp.	3,023,902,324,966.41
2	<i>Interest</i>	% per tahun	8
3	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	%	26.35
4	<i>Pay Out Time (POT)</i>	tahun	3.3
5	<i>Break Even Point (BEP)</i>	%	26.23
6	Biaya Air laut	US\$ per jam	0
7	Biaya FeCl ₃	US\$ per jam	112.07
8	Biaya Na ₂ S ₂ O ₅	Per jam	7.52
9	Biaya NaOCl	US\$ perjam	3.22
9	<i>Project Life</i>	Tahun	10
10	Waktu Konstruksi	Tahun	2
11	Operasi Per Tahun	Hari per tahun	320

BAB VII KESIMPULAN

Dari perencanaan pabrik garam industri dari air laut yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan beberapa pertimbangan, yaitu dari segi pemasaran, garam industri merupakan garam dengan kadar NaCl yang tinggi untuk menunjang industri-industri berkembang sebagai bahan baku dan bahan penunjang. Dari segi bahan baku, aplikasi pabrik ini memberikan nilai tambah dari air laut yang sangat melimpah di Indonesia.

Proses yang dipilih untuk pelaksanaan pabrik ini digunakan empat proses yaitu pretreatment bahan baku air laut, pemurniaan, penguapan dan pengkristalan serta pengendalian produk. Pabrik yang direncanakan ini menggunakan menggunakan membrane reverse osmosis untuk pemurniaan, karena salinitas air laut masih kurang masih rendah sehingga perlu dilakukan pemurniaan.

Berdasarkan hasil yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut

1. Perencanaan operasi : 320 hari/tahun
2. Kapasitas produksi : 300,000 ton/tahun
3. Bahan baku *decant oil* : 2,749,821.106 kg/jam
(21,118,626.091 ton/tahun)
4. Umur pabrik : 10 tahun
5. Masa konstruksi : 2 tahun
6. Analisis ekonomi :
 - *Total Capital Investment* : Rp 3,023,902,324,966.41
 - *Internal Rate of Return* : 26.35 %
 - *Pay Out Time* : 3.3 tahun
 - *Break Even Point* : 26.23%

Berdasarkan hasil perhitungan Analisa ekonomi diatas, ternyata pabrik ini layak didirikan dengan IRR (Rate of return) sebesar 26.35% berada diatas bunga pinjaman bank sebesar 9.75%. Dimana *Pay Out Time* sebesar 3.3 tahun dan *Break Even Point* sebesar 26.23%

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, Young. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons.
- Bank Indonesia, Administrator. 2017. *Suku Bunga Kredit Bank di Indonesia*. <http://bi.go.id>. (Diakses pada 1 Juli 2019, pukul 14.00 WIB.)
- Badan Pusat Statistik, Administrator. 2018. *Komoditi Ekspor – Impor*. <http://www.bps.go.id/>. (Diakses pada 15 Maret 2019, pukul 10.00 WIB.)
- Badan Pusat Statistik. <https://ntt.bps.go.id> (Diakses tanggal 20 Juni 2019 Pukul 22:00 WIB)
- Cipollina, Andrea. 2009. *Seawater Desalination*. Lodon: Springer
- Coker, Kayode. 2008. *Ludwixg's Applied Process Design for Chemicals and Petrochemical Plants*. German : Gulf Propesional
- Damn, Van. 1994. *NORSOK Stnadard . Norwegia: Norwegian Petroleum Standard*
- Elyanow et al. 2008. *Water Desalination Plant and System for Production of Pure Water and Salt :Unites States Patent Application Public*.
- Geancoplis, Cristie, 1993. *Transport Processes and Unit Operation*. Mexico : Prentice-Hall
- Himellblau, D.M.1989. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering 5th*. Singapore : Prentice-Hall International
- Kusnarjo. 2010. *Desain Bejana Bertekanan*. Surabaya: itspress.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Penukar Panas*. Surabaya: itspress.
- Kern. 1950. *Process Heat Transfer*. London: Mc. Graw-Hill
- KKP. 2015. *Analisis Data Pokok Kementrian Kelautan dan Perikanan*.2015. Pusat Data Statistik dan Informasi. Kementrian Kelautan dan Perikanan

- Kaya, Cuneyt. *et all.* 2015. *Pretreatment with Nanofiltration in seawater desalination-Preliminary integrated membrane test* : Urla, Turkey.
- Lasuda. 2013. *Kadar Garam Air Laut Nusa Tenggara Timur*. NTB
- Ludwig. 1947. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Texas : Gulf Publish Company.
- Matches, Administrator. *Index of Process Equipment*.
<http://www.matche.com>. (diakses pada tanggal 5 mei 2019 pukul 15:30 WIB)
- Othmer, Kirk. 2004. *Encyclopedia of Chemical Technology*. USA: Wiley.
- Perry, Robert H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Smith, Robin. 2001. *Chemical Process Design and Integration*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Timmerhaus, Klaus D. 1981. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Singapore: Mc Graw Hill, Inc.
- Takashima. 2000. The Seawater pretreatment facilities for membrane at salt manufacturing co. Ltd. World Salt symposium salt.
- Ulrich, Gael D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Van Ness, Smith. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Singapore: Mc Graw Hill, Inc.
- Widayat, Wahyu. 2007. *Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Asin : Selayar*
- Wallas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Washington: Butterworth-Heinemann.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Christiyani Sirait lahir di Pasar Baru, 13 Januari 1996. Penulis telah menempu pendidikan formal di SDN 1 Bosarmaligas pada 2002-2008, SMPN 1 Bosarmaligas pada tahun 2008-2011 dan SMA RK Bintang Timur Pematang Siantar pada tahun 2011-2014. Penulis melanjutkan studi Diploma III (D3) jurusan Teknik Kimia di Universitas Diponegoro, Semarang pada tahun 2014-2017 dan melanjutkan studi S1 Departemen Teknik Kimia di Institut Teknologi

Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT. Semen Indonesia, Tuban ketika menjalani studi D3 dan kerja praktek di PT. TPC Indo Plastic and Chemicals, Gresik pada tahun 2019. Penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan partnernya Christopher P.E Purba yang berjudul Sintesis Surfaktan Metil Ester Sulfonat Dari *Virgin Coconut Oil* (VCO) Menggunakan Katalis Aluminium Oksida Dengan Bantuan *Microwave* dan Tugas Akhir berjudul Desain Pabrik Kimia Garam Industri Dari Air Laut Dengan Teknologi Membran *Reverse Osmosis* dibawah bimbingan Ibu Dr. Lailatul Qadariah, S.T., M.T dan Bapak Donny Satria Bhuana, S.T., M.Eng. Penulis berhasil menyelesaikan Pendidikan tingginya pada tahun 2002. Apabila ada kritik dan saran yang membangun terkait penelitian tersebut, maka pembaca dapat menghubungi penulis via email christiyani96@gmail.com

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Christoher P.E Purba lahir di Medan pada tanggal 14 Oktober 1998. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Swasta Santo Thomas 4 Medan pada 2004-2010, SMP Swasta Santo Thomas 1 Medan pada 2010-2012, dan SMAS Taruna Nusantara Magelang pada 2012-2015 .Penulis melanjutkan studi S1 Departemen Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT.Chandra Asri

Petrochemical,Cilegon pada 2018. Penulis mengerjakan tugas akhir di Laboratorium Teknologi Proses. Penulis menyelesaikan Tugas Penelitian dengan partnernya , Christiyani Sirait yang berjudul Sintesis Surfaktan Metil ester Sulfonat Dari *Virgin Cococnut Oil* (VCO) Menggunakan Katalis Aluminium Oksida Dengan Bantuan *Microwave* dan Tugas Akhir berjudul Desain Pabrik Pabrik Kimia Garam Industri dari Air Laut dengan Teknologi Membran *Reverse Osmosis* dibawah bimbingan Ibu Dr.Lailatul Qadariah, S.T., M.T dan Bapak Donny Satria Bhuana, S.T., M.Eng. Penulis berhasil menyelesaikan Pendidikan tingginya pada tahun 2020. Apabilah ada kritik dan saran yang membangun terkait penelitian tersebut, maka pembaca apat menghubungi penulis via email cpizarroe14@hotmail.com